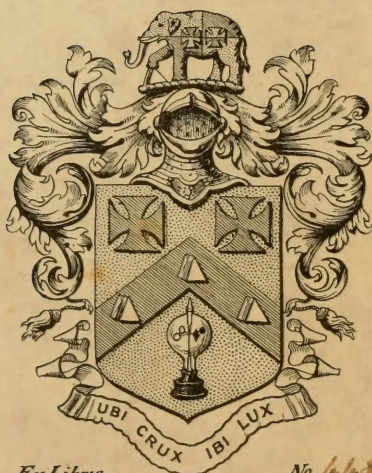




Ex Libris

No. 448

SIR WILLIAM CROOKES, D.Sc., F.R.S..

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

TOME DEUXIÈME

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

PARAISANT LE 15 ET LE 30 DE CHAQUE MOIS

DIRECTEUR : **Louis OLIVIER**, DOCTEUR ÈS SCIENCES

TOME DEUXIÈME

1891

AVEC 342 FIGURES ORIGINALES DANS LE TEXTE

PARIS

Georges CARRÉ, Éditeur

58, RUE SAINT-ANDRÉ-DES-ARTS, 58

1891

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LE PROBLÈME DES TROIS CORPS

La loi de Newton est la plus simple de toutes les lois physiques; mais elle a pour expression mathématique une équation différentielle, et pour obtenir les coordonnées des astres, il faut intégrer cette équation. Ce problème est un des plus difficiles de l'Analyse, et malgré les recherches persévérantes des géomètres, il est encore bien loin d'être résolu.

I

Quel sera le mouvement de n points matériels, s'attirant mutuellement en raison directe de leurs masses et en raison inverse du carré des distances? Si $n = 2$, c'est-à-dire si l'on a affaire à une planète isolée et au Soleil, en négligeant les perturbations dues aux autres planètes, l'intégration est facile; les deux corps décrivent des ellipses, en se conformant aux lois de Képler. La difficulté commence si le nombre n des corps est égal à trois; le *problème des trois corps* a défié jusqu'ici tous les efforts des analystes.

L'intégration complète et rigoureuse étant manifestement impossible, les astronomes ont dû procéder par approximations successives; l'emploi de cette méthode était facilité par la petitesse des masses des planètes, comparées à celle du Soleil. On a donc été conduit à développer les coordonnées des astres, suivant les puissances croissantes des masses.

Ce mode de développement n'est pas sans inconvénient; je n'en citerai qu'un: supposons qu'il entre dans l'expression d'une de ces coordonnées un terme périodique dont la période soit très

longue, et d'autant plus longue que les masses troublantes sont plus petites, et développons ce terme suivant les puissances croissantes des masses; quelque loin que nous poussions l'approximation, la valeur approchée de ce terme ira en croissant indéfiniment, tandis que la vraie valeur reste toujours finie. C'est ainsi qu'en développant $\sin mt$ suivant les puissances croissantes de m et négligeant les termes en m^3 , on trouve $mt - \frac{1}{6}m^3t^3$, polynôme susceptible de croître indéfiniment, tandis que $\sin mt$ est toujours plus petit que 1. La véritable nature de la fonction est donc complètement dissimulée.

Cette méthode a été cependant jusqu'ici très suffisante pour les besoins de la pratique; les masses sont, en effet, tellement petites qu'on peut, le plus souvent, négliger leurs carrés et se borner ainsi à la première approximation.

Mais on ne peut espérer qu'il en soit toujours ainsi; il ne s'agit pas seulement, en effet, de calculer les éphémérides des astres quelques années d'avance pour les besoins de la navigation ou pour que les astronomes puissent retrouver les petites planètes déjà connues. Le but final de la Mécanique céleste est plus élevé; il s'agit de résoudre cette importante question: la loi de Newton peut-elle expliquer à elle seule tous les phénomènes astronomiques? Le seul moyen d'y parvenir est de faire des observations aussi précises que possible, de les prolonger pendant de longues années ou même de longs siècles et de les comparer ensuite aux résultats du calcul. Il est donc inutile de de-

mander au calcul plus de précision qu'aux observations, mais on ne doit pas non plus lui en demander moins. Aussi l'approximation dont nous pouvons nous contenter aujourd'hui deviendra-t-elle un jour insuffisante. Et, en effet, en admettant même, ce qui est très improbable, que les instruments de mesure ne se perfectionnent plus, l'accumulation seule des observations pendant plusieurs siècles nous fera connaître avec plus de précision les coefficients des diverses inégalités.

On peut donc prévoir le moment où les méthodes anciennes, malgré la perfection que leur a donnée Le Verrier, devront être abandonnées définitivement. Nous ne serons pas pris au dépourvu. Delaunay, Hill, Gylden, Lindstedt ont imaginé de nouveaux procédés d'approximation successive plus rapides et plus satisfaisants à tous égards que les anciens; en particulier, ils se sont affranchis de l'inconvénient que je signalais plus haut.

Les développements auxquels ils parviennent pourraient même être regardés comme une solution complète du problème des trois corps, si la convergence en était établie. Il n'en est malheureusement pas ainsi.

Faute de cette convergence, ils ne peuvent pas donner une approximation indéfinie; ils donneront plus de décimales exactes que les anciens procédés, mais ils n'en donneront pas autant qu'on voudra. Si on l'oubliait, on serait conduit à des conséquences erronées. On en serait vite averti, d'ailleurs, car ces conséquences ne seraient pas les mêmes, selon qu'on appliquerait les méthodes de Delaunay ou celles de Lindstedt, et ces contradictions suffiraient pour montrer qu'un au moins des deux développements n'est pas convergent.

II

Ne peut-on cependant établir aucun résultat relatif au mouvement des trois corps avec cette absolue rigueur à laquelle les géomètres sont habitués? S'il est possible d'en découvrir, ne pourrait-on y trouver un terrain solide sur lequel on s'appuierait pour marcher à de nouvelles conquêtes? N'aurait-on pas ouvert une brèche qui permettrait d'entrer enfin dans la forteresse? On ne peut s'empêcher de le penser, et c'est ce qui donne quelque prix aux rares théorèmes susceptibles d'une démonstration rigoureuse, quand même ils ne semblent pas immédiatement applicables à l'astronomie.

Telles sont les propriétés des solutions particulières remarquables du problème des trois corps.

Le mouvement des trois astres dépend en effet de leurs positions et de leurs vitesses initiales. Si l'on se donne ces conditions initiales du mouve-

ment, on aura défini une solution particulière du problème. Il peut se faire que quelques-unes de ces solutions particulières soient plus simples, plus abordables au calcul, que la solution générale; il peut se faire que pour certaines positions initiales des trois corps, les lois de leur mouvement présentent des propriétés remarquables.

Parmi ces solutions particulières, les unes ne sont intéressantes que par leur bizarrerie; les autres sont, comme nous le verrons, susceptibles d'applications astronomiques. Lagrange et Laplace ont déjà abordé le problème par ce côté, et ils ont découvert ainsi un théorème important. Il peut arriver que les orbites des trois corps se réduisent à des ellipses. La position et la vitesse initiales de notre satellite auraient pu être telles, que la Lune fût constamment pleine; elles auraient pu être telles que la Lune fût constamment nouvelle; elles auraient pu aussi être telles que cet astre fût constamment à 60° du Soleil dans une phase intermédiaire entre la nouvelle lune et le premier quartier.

C'est là des solutions particulières très simples; il y en a de plus compliquées qui sont cependant remarquables. Si les conditions du mouvement avaient été différentes de ce qu'elles sont, les phases auraient pu suivre des lois bien étranges; dans une des solutions possibles, la Lune, d'abord nouvelle, commence par croître; mais, avant d'atteindre le premier quartier, elle se met à décroître pour redevenir nouvelle et ainsi de suite; elle a donc constamment la forme d'un croissant. Dans une autre solution, plus étrange encore, elle passe trois fois par le premier quartier entre la nouvelle lune et la pleine lune; dans cet intervalle, elle croît d'abord, décroît ensuite, pour se mettre de nouveau à croître.

Ces solutions sont trop différentes des véritables trajectoires des astres, pour pouvoir jamais être réellement utiles à l'Astronomie. Elles n'ont qu'un intérêt de curiosité. Il n'en est pas de même de celles dont je vais maintenant parler.

Il y a d'abord les *solutions périodiques*. Ce sont celles où les distances des trois corps sont des fonctions périodiques du temps; à des intervalles périodiques, les trois corps se retrouvent donc dans les mêmes positions relatives. Les solutions périodiques sont de plusieurs sortes. Dans celles que j'ai appelées de la première sorte, les inclinaisons sont nulles et les trois corps se meuvent dans un même plan; les excentricités sont très petites et les orbites sont presque circulaires; les moyens mouvements ne sont pas commensurables; les deux planètes passent en même temps au périhélie, qui, loin d'être fixe, tourne avec une rapidité com-

parable à celle des planètes elles-mêmes, de telle façon que ces deux astres sont au périhélie à chaque conjonction. C'est à cette catégorie qu'appartient la première solution périodique qui ait été découverte et que son inventeur, M. Hill, a prise pour point de départ de sa théorie de la Lune.

Dans les solutions de la seconde sorte, les inclinaisons sont encore nulles, mais les excentricités sont finies; le mouvement du périhélie est très lent; les moyens mouvements sont près d'être commensurables; les périodes anomalistiques (on appelle ainsi le temps qui s'écoule entre deux passages consécutifs de l'astre au périhélie), le sont exactement. A certaines époques, deux planètes passent en même temps au périhélie. Dans les solutions de la troisième sorte les inclinaisons sont finies, les orbites sont presque circulaires; le mouvement des périhélies est très lent et égal à celui des nœuds; les périodes anomalistiques sont commensurables; à certaines époques les planètes passent en même temps aux périhélies. Je laisse de côté de nombreuses catégories de solutions périodiques plus compliquées et qu'il serait trop long d'énumérer.

Il y a ensuite les *solutions asymptotiques*. Pour bien faire comprendre ce qu'on doit entendre par là, qu'on me permette d'employer un exemple simple. Imaginons d'abord une Terre et un Soleil isolés dans l'espace, se mouvant par conséquent d'après les lois de Képler. Supposons encore pour simplifier, que leur mouvement soit circulaire. Donnons maintenant à cette Terre deux satellites L_1 et L_2 dont la masse sera infiniment petite de telle sorte qu'ils ne troubleront pas le mouvement circulaire de la Terre et du Soleil, et qu'ils ne se troubleront pas non plus mutuellement, chacun d'eux se mouvant comme s'il était seul. Choisissons la position initiale de L_1 de façon que cette Lune décrive une orbite périodique; nous pourrions alors choisir celle de L_2 de façon que ce second satellite décrive ce que nous appellerons une orbite asymptotique. D'abord assez éloignée de L_1 , il s'en rapprochera indéfiniment, de sorte qu'après un temps infiniment long, son orbite différera infiniment peu de celle de L_1 . Supposons un observateur placé sur la Terre et tournant lentement sur lui-même de façon à regarder constamment le Soleil. Le Soleil lui paraîtra immobile et la Lune L_1 dont le mouvement est périodique lui semblera décrire une courbe fermée C . La Lune L_2 décrira alors pour lui une sorte de spirale dont les spires de plus en plus serrées se rapprocheront indéfiniment de la courbe C . Il y a une infinité de pareilles orbites asymptotiques. L'ensemble de ces orbites forme une surface continue S qui passe par la courbe C et sur laquelle

sont tracées les spires dont je viens de parler¹.

Mais il y a une autre catégorie de solutions asymptotiques. Il peut arriver, si l'on choisit convenablement la position initiale de L_2 , que cette Lune aille en s'éloignant de L_1 , de telle façon qu'à une époque très reculée dans le passé, son orbite diffère très peu de celle de L_1 . Pour notre observateur, ce satellite décrira encore une courbe en spirales dont les spires se rapprocheront indéfiniment de la courbe C ; mais il la décrira en sens contraire en s'éloignant constamment de C . L'ensemble de ces nouvelles orbites asymptotiques formera une seconde surface continue S' passant également par la courbe D .

Enfin il y a une infinité de solutions *doublement asymptotiques*; c'est là un point que j'ai eu beaucoup de peine à établir rigoureusement. Il peut arriver que le satellite L_2 , d'abord très rapproché de l'orbite de L_1 , s'en éloigne d'abord beaucoup et s'en rapproche ensuite de nouveau indéfiniment. A une époque très reculée dans le passé, cette Lune se trouvait sur la surface S' , et y décrivait des spires en s'éloignant de C ; elle s'est ensuite beaucoup éloignée de C ; mais dans un temps très long elle se retrouvera sur la surface S et décrira de nouveau des spires en se rapprochant de C .

Soient $L_2, L_3, \dots, L_n, n-1$ lunes décrivant des orbites doublement asymptotiques; à une époque reculée, ces $n-1$ lunes se meuvent en suivant des spirales sur S' ; en parcourant cette surface on rencontre ces $n-1$ orbites dans un certain ordre. Au bout d'un temps très long, nos satellites se retrouveront sur S et décriront de nouveau des spirales; mais, en parcourant cette surface S , on rencontrera les orbites des $n-1$ lunes dans un ordre tout différent. Ce fait, pour peu qu'on prenne la peine d'y réfléchir, semblera une preuve éclatante de la complexité du problème des Trois corps et de l'impossibilité de le résoudre avec les instruments actuels de l'Analyse.

III

L'astronomie ne nous offre aucun exemple d'un système de trois ou de plusieurs corps dont les conditions initiales du mouvement soient telles qu'ils décrivent exactement des orbites périodiques ou asymptotiques. D'ailleurs *a priori* la probabilité pour que cette circonstance se présentât était manifestement nulle. On ne peut pas en conclure que les considérations précédentes ne sont intéressantes que pour le géomètre et inutiles

¹ Il peut arriver, si l'inclinaison des orbites est nulle, que S se réduise à une surface infiniment aplatie, formée de plusieurs feuillets plans superposés, et analogues aux surfaces de Riemann.

à l'astronome. Il peut arriver, en effet, et il arrive quelquefois que les conditions initiales du mouvement diffèrent peu de celles qui correspondent à une solution périodique. L'étude de cette solution présente alors un double intérêt.

D'abord, le plus souvent, le mouvement de l'astre présentera une inégalité dont le coefficient sera très grand, mais très peu différent de ce qu'il serait si l'orbite était rigoureusement périodique. Le calcul de cette solution périodique fournira alors ce coefficient plus rapidement et plus exactement que les méthodes anciennes. C'est ce qui est arrivé dans la théorie de la Lune de M. Hill pour le calcul de cette grande inégalité appelée variation.

En second lieu, l'orbite périodique peut être prise comme première approximation, comme « orbite intermédiaire » pour employer le langage de M. Gylden. La seconde approximation conduit alors à un calcul relativement facile, parce que les équations sont linéaires et à coefficients périodiques. C'est ainsi que M. Hill a calculé le mouvement du périhélie et qu'il aurait pu calculer également le mouvement du nœud et la grande inégalité connue sous le nom d'évection.

Je pourrais citer beaucoup d'autres exemples. Un des satellites de Saturne a un mouvement très troublé : son périhélie tourne très rapidement ; M. Tisserand a rattaché sa théorie à l'étude d'une solution périodique de la première sorte. La même méthode est applicable à une certaine petite planète dont le moyen mouvement est sensiblement double de celui de Jupiter et que M. Harzer a étudiée.

Gauss a cru pouvoir affirmer que les mouvements moyens de Jupiter et de Pallas étaient entre eux exactement dans le rapport de 7 à 18. Si ses vœux venaient à se confirmer, ce qui est encore douteux, la théorie de Pallas se ramènerait à celle d'une solution périodique de la seconde sorte.

Mais l'exemple le plus frappant nous est fourni par l'étude des satellites de Jupiter. Les relations qui ont lieu entre leurs moyens mouvements, et dont la découverte est le plus beau titre de gloire de Laplace, montrent que leur orbite diffère fort peu d'une orbite périodique ; en y regardant de près, on voit que la méthode spéciale créée par le génie de ce grand géomètre ne diffère pas de celle que nous préconisons ici.

IV

Les équations différentielles du problème des trois corps admettent un certain nombre d'intégrales qui sont connues depuis longtemps ; ce sont celles du mouvement du centre de gravité, celles des aires, celle des forces vives. Il était extrême-

ment probable qu'elles ne pouvaient avoir d'autres intégrales algébriques ; ce n'est cependant que dans ces dernières années que M. Bruns a pu le démontrer rigoureusement. Mais on peut aller plus loin ; en dehors des intégrales connues, le problème des trois corps n'admet aucune intégrale analytique et uniforme ; les propriétés des solutions périodiques et asymptotiques, étudiées avec attention, suffisent pour l'établir. On peut en conclure que les divers développements proposés jusqu'ici sont divergents ; car leur convergence entraînerait l'existence d'une intégrale uniforme.

Dirai-je pour cela que le problème est insoluble ? ce mot n'a pas de sens ; nous savons depuis 1882 que la quadrature du cercle est impossible avec la règle et le compas, et pourtant nous connaissons π avec beaucoup plus de décimales que n'en pourrait donner aucune construction graphique. Tout ce que nous pouvons dire, c'est que le problème des trois corps ne peut être résolu avec les instruments dont nous disposons actuellement ; ceux qu'il faudra imaginer et employer pour obtenir la solution devront certainement être très différents et d'une nature beaucoup plus compliquée.

V

Une des questions qui ont le plus préoccupé les chercheurs est celle de la stabilité du système solaire. C'est à vrai dire une question mathématique plutôt que physique. Si l'on découvrait une démonstration générale et rigoureuse, on n'en devrait pas conclure que le système solaire est éternel. Il peut en effet être soumis à d'autres forces que celle de Newton, et les astres ne se réduisent pas à des points matériels. Bien des causes peuvent dissiper peu à peu l'énergie du système ; on n'est pas absolument certain qu'il n'existe pas de milieu résistant ; d'autre part les marées absorbent de l'énergie qui est incessamment convertie en chaleur par la viscosité des mers, et cette énergie ne peut être empruntée qu'à la force vive des corps célestes. De plus si tous les astres sont des aimants comme la terre, leurs mouvements doivent produire, par une induction mutuelle, des courants dans leur masse et par conséquent de la chaleur qui est encore empruntée à leur force vive. Mais toutes ces causes de destruction agiraient beaucoup plus lentement que les perturbations, et si ces dernières n'étaient pas capables d'en altérer la stabilité, le système solaire serait assuré d'une existence beaucoup plus longue. La question de la stabilité conserve donc toujours un très grand intérêt.

Lagrange, par une démonstration d'une admirable simplicité, a montré que, si l'on néglige les carrés des masses, les grands axes des orbites

demeurent invariables, ou plutôt que leurs variations se réduisent à des oscillations périodiques d'amplitude finie autour de leur valeur moyenne. Poisson a étendu la démonstration au cas où l'on tient compte des carrés des masses en négligeant leurs cubes; mais, malgré la virtuosité analytique dont il a fait preuve, son analyse montre déjà les défauts des anciennes méthodes. Il montre en effet que les grands axes éprouvent autour de leur valeur moyenne des oscillations périodiques; mais, d'après ses formules, l'amplitude de ces oscillations pourrait croître au delà de toute limite; ce n'est là qu'une apparence due au mode de développement, et si l'on ne négligeait pas certains termes, on pourrait prouver que cette amplitude reste finie. Après Poisson on a cherché à trouver une démonstration générale ou au moins à établir l'invariabilité des grands axes en tenant compte du cube des masses. Mathieu avait cru un instant y réussir; mais M. Spiru-Aretu a montré ensuite qu'il s'était trompé. Il avait ainsi plutôt condamné les anciennes méthodes que démontré l'instabilité du système. La question restait entière.

Toutes ces recherches ont exigé de grands efforts qui nous semblent aujourd'hui bien inutiles; les méthodes de M. Gylden et celles de M. Lindstedt ne donnent en effet, si loin que l'on pousse l'approximation, que des termes périodiques, de sorte que tous les éléments des orbites ne peuvent éprouver que des oscillations autour de leur valeur moyenne. La question serait donc résolue, si ces développements étaient convergents. Nous savons malheureusement qu'il n'en est rien.

Incapables pour le moment de résoudre le problème général, nous pouvons nous borner à un cas particulier. Imaginons trois masses se mouvant dans un même plan, la première très grande, la seconde assez petite, la troisième infiniment petite et par conséquent hors d'état de troubler les deux autres. Supposons de plus que les deux grandes masses aient un mouvement circulaire et uniforme. Tel serait le cas du Soleil, de Jupiter et

d'une petite planète, si l'on négligeait l'inclinaison des orbites et l'excentricité de Jupiter. Dans ce cas, MM. Hill et Bohlin ont démontré que le rayon vecteur de la petite planète reste toujours inférieur à une limite finie.

Cela ne suffit pas toutefois pour la stabilité; il faut encore que la petite masse repasse une infinité de fois aussi près que l'on veut de sa position initiale.

Il est évident qu'il n'en est pas ainsi pour toutes les solutions particulières, c'est-à-dire celles que soient les conditions initiales du mouvement; l'existence des solutions asymptotiques en est une preuve suffisante. Mais d'autre part on peut rigoureusement démontrer que l'on peut choisir ces conditions initiales de façon que l'astre repasse une infinité de fois dans le voisinage de sa position primitive. Il y a donc une infinité de solutions particulières qui sont instables, au sens que nous venons de donner à ce mot et une infinité d'autres qui sont stables. J'ajouterai que les premières sont exceptionnelles (ce qui permet de dire qu'il y a stabilité en général). Voici ce que j'entends par là, car ce mot par lui-même n'a aucun sens. Je veux dire qu'il y a une probabilité nulle pour que les conditions initiales du mouvement soient celles qui correspondent à une solution instable. On objectera qu'il y a une infinité de manières de définir cette probabilité; mais cela reste vrai quelle que soit la définition que l'on adopte, à une condition toutefois: soient x et y les coordonnées de la troisième masse, x' et y' les composantes de sa vitesse. J'appelle $P dx dy dx' dy'$ la probabilité pour que x soit compris entre x_0 et $x_0 + dx$, y entre y_0 et $y_0 + dy$, x' entre x'_0 et $x'_0 + dx'$, y' entre y'_0 et $y'_0 + dy'$. Nous pouvons définir la probabilité comme nous le voulons et par conséquent nous donner arbitrairement P en fonction de x_0, y_0, x'_0 et y'_0 . Eh bien, le résultat que j'ai énoncé plus haut reste vrai, quelle que soit cette fonction P , *pourvu quelle soit continue*.

H. Poincaré.

de l'Académie des Sciences

LA REPRODUCTION ARTIFICIELLE DES RUBIS

Au moment où les recherches de MM. Freymy et Verneuil semblent démontrer que la production des rubis artificiels, applicables à la joaillerie, ne dépend plus que des expériences relevant du domaine de l'industrie, il peut paraître intéressant d'exposer un résumé des nombreux travaux que la solution de ce problème a nécessités. C'est ce que

nous nous proposons de faire dans les lignes qui suivent:

I

Quoique la matière fondamentale du rubis, qui est le sesquioxyde d'aluminium, ait pu être obtenue cristallisée en suivant les procédés de la voie humide et de la voie sèche, ce sont les réactions

par voie ignée qui ont donné les meilleurs résultats. La plus ancienne méthode par laquelle on ait reproduit le corindon (ou rubis incolore) par voie humide est due à M. de Sénarmont; elle consiste à chauffer vers 350° dans un tube de verre scellé, très épais et d'un faible diamètre intérieur, une solution d'alumine dans l'acide chlorhydrique. A côté de lames minces prismatiques formées d'une combinaison d'alumine et d'eau, que les minéralogistes nomment diaspore, on trouve, sur les parois du tube, des rhomboédres de corindon incolores et microscopiques. Comme, dans les mêmes conditions, les chlorures de fer et de chrome, en se décomposant, n'abandonnent les oxydes correspondants que sous la forme de précipités amorphes, il est probable que la présence d'une petite quantité de chlorure de chrome ne donnerait pas au corindon précipité la couleur rouge du rubis ni celle du saphir. C'est là un fait intéressant que le mémoire de de Sénarmont ne mentionne pas, mais qui mériterait d'être étudié.

M. Georges Friedel vient d'obtenir, également par voie humide, de jolis cristaux de rubis, par l'action dans un tube d'acier boulonné, porté à une température de 530°, d'une solution de soude sur un grand excès d'alumine. Quand l'alumine contient un peu de chrome, la coloration du corindon est celle du rubis naturel.

Les recherches par voie sèche sont beaucoup plus nombreuses; je rappellerai d'abord les expériences dans lesquelles l'alumine prend naissance au sein d'un flux sans passer par l'état de composé volatil. Le premier résultat dans cette direction fut obtenu en 1837 par Gaudin, chercheur infatigable, doué de la plus vive originalité, qui conserve un rang distingué parmi les chimistes de son époque et auquel nous serions redevables de travaux plus nombreux et plus remarquables encore s'il avait pu leur consacrer tout son temps. Il obtenait le corindon en chauffant à une très haute température, à l'aide du chalumeau oxyhydrique ou bien dans un violent feu de forge, de l'alun de potasse placé dans un petit creuset de noir de fumée fortement tassé. L'opération était terminée en quelques instants et la cavité du creuset contenait une masse scoriacée présentant des géodes aux parois constellées de petits cristaux très brillants de corindon. On admet généralement que c'est le sulfate et le sulfure de potassium qui servent ici de fondants et déterminent la cristallisation de l'alumine; les réactions qui lui donnent naissance sont probablement plus complexes et en relation avec la décomposition lente de l'aluminate de potasse, qui se forme d'abord en grande quantité dans ces conditions.

En creuset fermé l'atmosphère est puissamment

réductrice et, l'oxyde de chrome ajouté à l'alun étant réduit, l'alumine ne peut prendre la coloration rouge. Pour développer la teinte du rubis, il faut découvrir le creuset et maintenir le feu oxydant, mais en évitant la fusion de l'alumine. Ces petits rubis, isolés de leur gangue par les acides, forment une poussière microscopique ayant toutes les propriétés du produit naturel. Ils ont été analysés par Malaguti.

Ebelmen en 1847 appliqua au corindon l'ingénieuse méthode qui lui permit de faire cristalliser un grand nombre d'oxydes à l'aide de flux volatils à haute température. Il employait particulièrement l'acide borique, le borax et les phosphates alcalins : un mélange composé d'une partie d'alumine calcinée avec trois ou quatre parties de borax, placé sur une feuille de platine repliée en forme de cuvette peu profonde, donne pendant la durée d'une cuisson de porcelaine, c'est-à-dire après trente heures environ, dont six de feu maximum, un grand nombre de petits cristaux transparents, très nets, microscopiques et doués d'une belle coloration rouge, si l'on a ajouté 1 % d'oxyde de chrome au mélange primitif. Ces cristaux sont accompagnés de longues aiguilles bleuâtres très abondantes surtout aux bords de la capsule et d'autant plus nombreuses que le feu a duré moins longtemps; elles constituent un borate basique d'alumine.

L'acide borique employé dans les mêmes conditions laisse l'alumine absolument amorphe. Ebelmen attribuait cet insuccès à la trop grande volatilité de ce corps; mais il ne me paraît pas douteux que la présence de l'alcali ne soit indispensable, comme le démontrent du reste les autres résultats obtenus par ce savant. Je crois, en partant de là, qu'on peut expliquer ainsi le mécanisme de la réaction qui donne naissance au rubis dans cette belle expérience d'Ebelmen : le système alumine et borax se partage en aluminate de soude, borate d'alumine et borax, suivant un équilibre en relation avec la température. A ce moment la volatilité du borax intervient pour diminuer la dose de ce corps qui limite les quantités de borate d'alumine et d'aluminate de soude présentes; il en résulte que l'acide et la base de ces deux sels s'unissent à nouveau pour reformer du borax et rétablir l'équilibre primitif, tandis que l'alumine s'isole et cristallise. La disparition du borate d'alumine dans les expériences très prolongées me semble un argument en faveur de cette manière de voir.

L'addition de carbonates alcalins ou alcalino-terreux favorise beaucoup la cristallisation de l'alumine; la silice agit de même et dans les meilleures conditions Ebelmen a pu obtenir des tables de plusieurs millimètres de côté, mais de très faible épaisseur.

Debray s'est occupé à plusieurs reprises de la cristallisation de l'alumine. Suivant la première de ses méthodes, il obtenait le corindon en mettant à profit la volatilisation du chlorure de sodium formé par l'action de l'acide chlorhydrique gazeux sur l'aluminate de soude; dans une seconde série d'essais il arrive au même résultat par la décomposition du phosphate d'alumine à haute température, en présence d'un excès de sulfate de soude; on retrouve dans le creuset du phosphate alcalin tribasique, tandis que l'alumine est devenue libre presque intégralement, ainsi que M. Grandeau l'a vérifié plus tard.

C'est à la même catégorie d'essais qu'il faut rapporter les jolies expériences de Parmentier sur la décomposition des molybdates doubles d'alumine et de potasse. Il a montré que lorsqu'on atteint une température suffisamment élevée, le sesquioxyde se précipite en totalité et, comme il se redissout en partie dans le flux lorsque la température baisse, il peut y avoir accroissement des cristaux par des réchauffements successifs, suivant un phénomène exactement inverse de celui qui se passe dans les cristallisations ordinaires où l'accroissement du cristal déjà formé a lieu pendant le refroidissement. Le corindon obtenu est en petites lames hexagonales peu épaisses.

Le premier procédé suivi par MM. Frémy et Feil, pour la production du corindon, remonte à une quinzaine d'années; il consiste à chauffer au rouge blanc pendant plusieurs heures dans un creuset siliceux un mélange à poids égaux d'alumine amorphe et d'oxyde de plomb additionné de deux à trois centièmes de bichromate de potasse. Il se produit une grande quantité d'alumine cristallisée surmontant une masse vitreuse de silicate de plomb et d'alumine qui gagne le fond du creuset; les auteurs admettent que l'aluminate de plomb d'abord formé est décomposé par la silice du creuset qui s'empare de l'oxyde de plomb pendant que le rubis s'isole.

Les cristaux obtenus se présentent en lames excessivement nombreuses, très larges et peu épaisses, fortement agglomérées et presque toujours souillées par une petite quantité de silicate mal séparé qui leur enlève une partie de leur éclat et s'oppose à ce que leur couleur un peu sombre prenne à la lumière artificielle la belle teinte pourpre si recherchée. Il y a lieu de remarquer ici que la formation des cristaux d'alumine en lames peu épaisses peut tenir à deux causes, soit à un développement trop rapide, soit à la présence d'une impureté qui peut quelquefois, même à des doses très minimes, produire le développement excessif du cristal suivant l'un de ses axes au dépens des autres. Ne pouvant modifier le milieu, MM. Frémy

et Feil dirigèrent les essais dans le sens qui devait déterminer le ralentissement de la cristallisation et poursuivirent avec persévérance l'étude de cette réaction en opérant sur des quantités de matière qui s'élevaient jusqu'à trente kilogrammes à la fois et dans des conditions où la température était maintenue constante pendant vingt jours consécutifs. Malgré cela, ces efforts sont jusqu'ici demeurés infructueux et les masses considérables de rubis qu'il serait si facile d'obtenir ainsi restent sans application pour la joaillerie. Au cours de cet important travail, MM. Frémy et Feil ont imité la couleur du saphir en ajoutant à leur composition première une petite quantité d'oxyde de cobalt à la place du bichromate alcalin.

II

Les méthodes dans lesquelles l'alumine passe à l'état de composé volatil avant de cristalliser conviennent particulièrement à la production de cristaux très purs. Ce sont celles que je vais maintenant exposer.

A vrai dire, tous les procédés proposés jusqu'ici ne sont que des variantes de la célèbre expérience de H. Sainte-Claire Deville et Caron sur la décomposition du fluorure d'aluminium par l'acide borique; mais les auteurs qui ont étudié postérieurement cette réaction ont différé soit dans la manière d'engendrer le fluorure, soit dans le choix de l'oxyde qui fait la double décomposition avec lui.

Le chlorure d'aluminium, quoique beaucoup plus facile à préparer que le fluorure, n'a guère été employé pour la production du rubis; la violence avec laquelle la vapeur d'eau réagit sur lui produit le plus souvent de l'alumine amorphe, car la décomposition a déjà lieu à une température très inférieure à celle où les cristaux de corindon peuvent s'engendrer. Aussi l'expérience de Gay-Lussac qui donne si aisément de beaux cristaux d'oligiste par l'action de la vapeur d'eau sur le perchlorure de fer, n'a pu être appliquée que très difficilement par M. Stanislas Meunier à la production de petites lamelles hexagonales de corindon obtenues en faisant passer au rouge un courant de vapeur d'eau sur le chlorure d'aluminium.

Chacun sait que l'expérience de Deville et Caron consiste à enfermer dans un creuset non siliceux une certaine quantité de fluorure d'aluminium au-dessus duquel on suspend, en l'attachant au couvercle, une petite capsule de platine remplie d'acide borique desséché. Le creuset de charbon, contenant ces matières, est placé dans une enveloppe siliceuse et protégé convenablement par une brasure de charbon de bois en poudre, puis maintenu pen-

dant une heure au rouge blanc. Après ce temps tout le fluorure s'est volatilisé; ses vapeurs, ayant rencontré l'acide borique, ont donné du fluorure de bore et du corindon en magnifiques lames incolores ayant jusqu'à 1 centimètre de côté; mais, comme elles se sont formées très vite elles manquent d'épaisseur. On ne peut obtenir la teinte du rubis dans ce creuset réducteur, tandis que si ces mêmes matières additionnées de fluorure de chrome sont chauffées dans un creuset d'alumine, on assiste à la production du rubis, du saphir et même du corindon vert ou émeraude orientale selon la quantité de chrome employée et les circonstances de l'opération. C'est la seule expérience qui, jusqu'à présent, ait permis de reproduire ces deux dernières gemmes, sur la coloration desquelles plusieurs points restent encore à éclaircir.

Le procédé de M. Hautefeuille pour la production du corindon réalise des conditions analogues à celles dans lesquelles Sainte-Claire Deville s'était placé pour reproduire l'oligiste. M. Hautefeuille a fait agir un courant lent d'acide fluorhydrique sur un mélange d'oxydes d'aluminium et de chrome maintenu au rouge orangé dans un tube de platine.

Après quelques heures d'action toute l'alumine est cristallisée parce que le fluorure d'aluminium et la vapeur d'eau engendrés en un point de l'appareil ont réagi en donnant une réaction inverse dans les parties où les conditions de température et de masse sont un peu différentes; en se reformant lentement ainsi, l'alumine cristallise, tandis que l'acide fluorhydrique reformé va continuer indéfiniment son action minéralisatrice.

À l'origine, tant qu'il y a de l'alumine amorphe à transformer, le phénomène est très rapide à cause de la surface d'action considérable; il se ralentit ensuite, mais ne s'annule jamais, car, la vitesse d'attaque demeurant, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnelle à la surface, il est certain que les petits cristaux se corrodent au profit des plus volumineux qui s'accroissent lentement; théoriquement, s'il était possible de maintenir pendant longtemps dans un vase inattaquable et imperméable une masse donnée d'alumine et de gaz fluorhydrique, on ne devrait retrouver qu'un seul cristal de corindon représentant la totalité de l'alumine employée. Pour un grand nombre de causes que je ne puis analyser ici, on est bien loin d'obtenir ce résultat en pratique, mais l'expérience de M. Hautefeuille n'en constitue pas moins celle qui a donné pour la première fois des cristaux de rubis non seulement de la plus grande pureté, mais aussi présentant le développement de la forme cristalline dans toute sa perfection.

Tout récemment MM. Hautefeuille et Perrey ont démontré que l'acide chlorhydrique que l'on

croyait être tout à fait sans action sur l'alumine amorphe, peut minéraliser cet oxyde vers la température de 600° et que cette action minéralisatrice augmente beaucoup avec la tension sous laquelle le gaz chlorhydrique agit.

III

Le second procédé suivi par MM. Frémy et Feil repose sur une réaction essentiellement différente de celle appliquée dans le premier; ces savants reconnurent l'action minéralisatrice puissante que les fluorures exercent sur l'alumine et entrevirent la possibilité de réaliser, dans les conditions ordinaires des expériences de creuset, l'action de l'acide fluorhydrique à haute température qui exige habituellement des appareils de platine très coûteux.

À la mort du regretté Ch. Feil cette étude était à peine ébauchée; elle fut reprise et continuée par MM. Frémy et Verneuil, qui se proposèrent d'élucider le plus complètement possible le mécanisme de cette intéressante réaction.

On reconnut d'abord que les fluorures alcalino-terreux sont réellement ceux qui produisent le mieux la cristallisation de l'alumine, lorsqu'ils sont employés purs et surtout exempts d'hydrofluosilicates. Ces recherches préliminaires montrèrent aussi que le fluorure de baryum était celui qui agissait de la manière la plus intense, et c'est lui qui fut presque toujours employé.

L'alumine s'obtenait par la calcination de l'alun d'ammoniaque auquel on faisait perdre au petit rouge la majeure partie de ses produits volatils; puis on calcinait ensuite fortement le résidu, afin d'en expulser la totalité de l'acide sulfurique.

Quelques centièmes de fluorure de baryum suffisent, à la température du rouge blanc, pour transformer intégralement l'alumine amorphe en corindon; cette puissance minéralisatrice s'explique aisément: M. Frémy a montré, il y a longtemps, que les fluorures alcalino-terreux perdent au rouge une grande partie de leur fluor à l'état d'hydracide sous l'influence de la vapeur d'eau; la série des phénomènes développés à propos de l'expérience de M. Hautefeuille se réalise donc ici et se poursuit jusqu'au moment où l'acide fluorhydrique, rencontrant la paroi du creuset de terre, est définitivement pris, à l'état de fluorure de silicium, désormais inactif. Si l'acide fluorhydrique rencontre en même temps de l'oxyde de chrome, il lui fait subir les mêmes transformations et les quelques millièmes de composé chromique qui suffisent à colorer le corindon produisent ici le rubis et quelquefois le saphir.

La vapeur d'eau nécessaire est amplement

fournie par les gaz du foyer qui traversent la paroi du creuset, poreuse à l'origine de l'expérience mais qui devient imperméable lorsque le mélange, vers la température du blanc naissant, a complètement vitrifié la paroi. Ce régime établi, une petite quantité de vapeur d'eau demeure captive et réagit indéfiniment. Quant à la baryte qui provient de la décomposition du fluorure, nous la retrouvons combinée à l'état d'aluminate.

Les rubis obtenus ainsi ont été analysés; ils ne contiennent pas de baryte et sont seulement formés d'alumine et d'oxyde de chrome; ils rayent la topaze avec la plus grande facilité et M. Descloizeaux, qui en a fait l'examen cristallographique, les a trouvés identiques aux plus beaux cristaux naturels.

On pourrait croire, d'après cela, que pour obtenir de gros cristaux de corindon, il doit suffire d'ajouter plus de matière active, d'augmenter la quantité de fluorure de baryum. C'est là une illusion que l'expérience détruit vite, car si l'on élève la dose de fluorure à partir d'une certaine limite, on assiste à la formation de combinaisons fluorées encore peu connues en raison des difficultés que leur séparation présente, tandis que les cristaux d'alumine deviennent plus rares, puis disparaissent tout à fait. D'après cela, les doses de 15 à 20 % de fluorure de baryum semblent celles qu'on ne peut avantageusement dépasser. Ces nouvelles expériences donnaient des rubis remarquables par leur pureté et la régularité de leur forme cristalline, et au point de vue scientifique, ce procédé pouvait prendre place à côté de ceux déjà décrits; son point faible résidait dans l'extrême dissémination de cristaux extraordinairement nombreux, mais fort petits; la nutrition des cristaux déjà formés demeurait en effet presque insensible, soit à cause de la présence de la paroi siliceuse, soit par l'épuisement trop rapide de la matière fluorée. Cela devenait manifeste, surtout lorsqu'on opérait sur des masses plus grandes, dans l'espoir d'obtenir des cristaux plus volumineux; on devait reconnaître alors que l'activité du produit minéralisateur s'épuisait dans un rayon très restreint, car les cristaux obtenus n'étaient pas sensiblement plus développés que dans les expériences effectuées sur de petites masses.

IV

Un grand progrès fut réalisé le jour où MM. Frémy et Verneuil trouvèrent, après de très nombreuses expériences, que certains oxydes ajoutés à l'alumine produisent justement l'action si longtemps recherchée, c'est-à-dire la formation de géodes, ou nids cristallins, dans lesquels un

petit nombre de cristaux relativement gros se forment à la place des poussières cristallines engendrées comme précédemment en nombre infini.

La chaux, la baryte, la strontiane, peuvent agir ainsi; mais les alcalis possèdent à ce point de vue une puissance bien supérieure à celle des alcalino-terreux; la potasse ou la soude, mélangées, sous forme de carbonates, à l'alumine, deviennent de puissants auxiliaires pour la nutrition des cristaux. Ce n'est pas à la formation d'un fluorure alcalin qu'il faut rapporter l'action immédiate de ces bases, car les fluorures alcalins calcinés dans les mêmes conditions avec l'alumine amorphe n'engendrent pas de corindon et c'est pour cela qu'on doit faire un emploi judicieux du carbonate alcalin, car si on le mélange avec le fluorure de baryum et l'alumine, on paralyse en même temps l'action minéralisatrice de l'acide fluorhydrique.

La condition, pour réussir, consiste simplement à séparer, dans le creuset, la partie qui donne naissance à l'agent actif de celle qui doit recevoir cette action.

On conçoit qu'une recherche dans laquelle le nombre des variables en jeu est aussi grand, ait nécessité des centaines d'expériences, d'autant plus qu'elles sont rendues souvent peu comparables par les énormes variations de température que présentent les fourneaux ordinaires de laboratoire; contrairement à l'opinion accréditée on ne saurait croire à quel point les moindres variations dans la pression atmosphérique, l'état hygrométrique de l'air et la direction du vent, peuvent modifier l'allure d'un four et quelles difficultés on éprouve à les compenser par le jeu du registre ou l'état de la grille, lorsqu'il est nécessaire de maintenir la température constante. Les fours à gaz présentent donc pour ce genre d'essais une supériorité incontestable.

La température la plus favorable à la réaction est celle de 1350° environ. Lorsque l'expérience est bien réussie, on trouve les parties d'alumine qui ont subi à la fois l'action de l'acide fluorhydrique et de l'alcali, presque entièrement transformées en rubis. Ces derniers sont disposés soit isolément, soit par petits groupes dans les cavités de la matière devenue caverneuse et extrêmement friable; c'est généralement au fond du creuset, là où la couche de produit est plus épaisse, c'est-à-dire à l'endroit où l'acide fluorhydrique peut demeurer le plus longtemps sans rencontrer la paroi siliceuse, que l'on trouve les plus beaux cristaux; ils sont isolés, sans point d'attache et toujours complets. Rien n'est plus facile que de les séparer de leur gangue, car une simple lévigation entraîne toute la matière blanche peu dense, tandis que les

rubis gagnent le fond du vase. On élimine les plus petits par le tamis.

Grâce à la netteté de leurs facettes qui présentent le plus beau poli, ils ont pu être montés sans avoir subi aucun travail de la part du lapidaire. Les plus grosses pierres obtenues en opérant sur une quantité de matière ne dépassant pas quinze cents grammes ont environ quatre millimètres et demi d'épaisseur et pèsent soixante-quinze milligrammes, soit un peu plus d'un tiers de carat; elles se comportent en joaillerie exactement comme les plus beaux rubis naturels de même taille.

Si l'on se reporte aux conditions dans lesquelles ces derniers résultats ont été acquis, il semble bien probable qu'en consacrant de nouveaux efforts à l'étude de cette question, on arrivera à produire des pierres beaucoup plus volumineuses. Les expériences qui précèdent montrent déjà qu'il faudra s'efforcer de ralentir la réaction en opérant à une température aussi basse que possible, car c'est en effet de cette donnée que paraît dépendre la plus ou moins grande épaisseur des cristaux; il faudra d'autre part éviter la formation des corps vitreux qui englobent contre les parois du creuset les premiers cristaux formés, ceux par conséquent qui

sont le mieux placés pour acquérir le développement maximum. La dissémination extrême des cristaux obtenus jusqu'ici a pour cause principale le déplacement incessant des zones actives; il en résulte que les cristaux formés ne demeurent pas pendant un temps suffisant dans les conditions où ils peuvent s'accroître.

Comme on le voit, il y a encore beaucoup de difficultés à aplanir et l'on ne peut espérer arriver à les surmonter qu'en disposant dès à présent de ressources très supérieures à celles d'un laboratoire scientifique, c'est-à-dire en se plaçant dans les conditions de l'industrie. Les dernières expériences de MM. Frémy et Verneuil démontrent que la grosseur des cristaux obtenus est fonction des masses réagissantes, ainsi que cela s'observe dans la plupart des cas. Il devient donc fort probable que lorsqu'on opérera sur une centaine de kilogrammes de matière, on obtiendra des pierres du poids d'un ou de deux carats. Leur bas prix mettra alors à la portée de tous ces belles gemmes réservées jusqu'ici à quelques privilégiés.

A. Verneuil,

Docteur ès sciences,
Professeur au collège Chaptal.

NOUVELLES EXPÉRIENCES SUR LES TOURBILLONS

Dans mes précédentes expériences pour produire la trombe marine avec son fuseau de vapeur, je m'étais servi de tourniquets munis d'un fond et d'un rebord vertical, le tout formant un tambour ouvert par le bas. J'avais expliqué, dans ma brochure sur les tourbillons¹, pourquoi un semblable tourniquet donnait les mêmes effets que ceux qui résultaient dans la nature des girations aériennes prenant naissance dans les régions supérieures de l'atmosphère; néanmoins et, pour répondre à certaines critiques de M. Faye, j'ai construit des moulinets composés simplement de quatre à six ailettes emmanchées sur un axe vertical².

Il est donc bien entendu que ces moulinets sont

ouverts haut et bas et que le vent qu'ils chassent horizontalement autour de leurs palettes n'est arrêté par aucun rebord. J'ajouterai que le support, portant l'axe vertical de rotation, est réduit à une simple tige disposée de manière à ne présenter aucun obstacle à l'air venant du haut ou du bas.

Lorsqu'on fait tourner un semblable moulinet (fig. 1), il se produit naturellement une dépression vers son centre de rotation, puisque l'air est expulsé tout autour par la circonférence; il suit de là que des couches d'air situées au-dessus et au-dessous du moulinet se dirigent vers cette dépression centrale. Les deux courants verticaux inverses, ainsi engendrés, viennent buter l'un contre l'autre dans le plan du moulinet pour être expulsés horizontalement par les palettes. Comme le moulinet continue de tourner, cette double circulation s'accroît de plus en plus et se propage de plus en plus loin, haut et bas, dans le milieu aérien environnant.

Le tourbillon ainsi créé au-dessous du mouline, à bien vite atteint la surface du plancher; aussitôt il se ferme sur cette surface en constituant un tube aérien sans solution de continuité et qui relie le moulinet au plancher. Les particules d'air qui

¹ Sur les tourbillons, trombes, tempêtes et sphères tournantes. *Etude et expériences*. 2^e édition. Paris, Gauthier-Villars.

² Voir le n° 16 du 30 août, page 498 de cette *Revue* où M. Faye disait :

« De plus les girations deviennent immédiatement descendantes dans la nature, tandis qu'elles restent horizontales dans les expériences; aussi faut-il, dans ces mêmes expériences recourir à un tour de main (en terme d'atelier) pour faire descendre l'air expulsé latéralement ».

Le tour de main visé par M. Faye, c'est notre rebord vertical des premiers tourniquets; nos nouvelles expériences font voir que les girations aériennes descendent aussi bien quand ce rebord n'existe pas.

frottent directement à terre perdent de leur vitesse en raison même de leur frottement contre la surface du sol; leur force centrifuge diminue alors comme le carré de cette vitesse, ce qui fait que ces mêmes particules sont rappelées vers le centre par la dépression axiale; elles remontent alors vers le tourniquet pour être expulsées de nouveau, et ainsi de suite.

Si donc nous plaçons sur le plancher un bassin contenant de l'eau chauffée, nous voyons aussitôt les vapeurs se concentrer et dessiner un tube de vapeur identique à celui que nous obtenions avec le tourniquet fermé et au sujet duquel ont été faites les objections auxquelles nous répondons ici. L'expérience réussit même mieux et sur une plus grande hauteur avec ces moulins entièrement ouverts.

Quand on fait tourner le moulinet et qu'on présente tout autour des brins légers de laine ou de soie, on constate des courants d'air violents gagnant le centre par le haut et par le bas suivant les flèches aa et $a'a'$ (fig. 1) et d'autres courants expulsés par les palettes suivant les flèches BB , dd , $d'd'$.

Si à quinze ou vingt centimètres au-dessous du tourniquet nous présentons (fig. 2.) un bassin A rempli d'eau

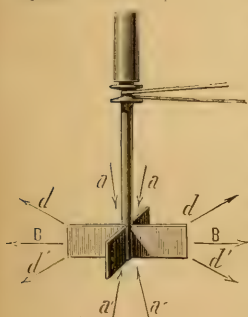


Fig. 1.

nous présentons (fig. 2.) un bassin A rempli d'eau

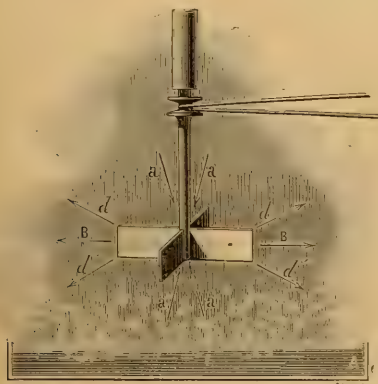


Fig. 2.

chaude, nous voyons d'abord toutes les vapeurs émises par cette eau fuir en désordre en tous

sens et sortir horizontalement de tous les côtés. Puis, tout d'un coup, la trombe s'amorce et toutes les vapeurs, au lieu de s'échapper en tous sens, se dirigent au contraire vers l'axe et montent en colonne serrée vers le centre du tourniquet (fig. 3) tandis qu'en même temps l'eau s'élève éga-

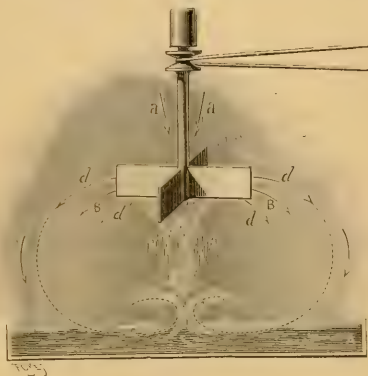


Fig. 3.

lement sur ce centre et forme la gerbe dite « Buisson ». A l'instant précis où cet amorçage a lieu, on constate la disparition totale des courants d'air de direction dd des figures 1 et 2; ces courants dd , de même que ceux horizontaux BB s'infléchissent vers le bas et prennent les directions courbes de mêmes lettres de la figure 3, tandis que les courants aa continuent de subsister.

Le travail du tourniquet va se concentrer à la surface de l'eau où il transporte toute son énergie. Et, en effet, avant l'amorçage de la trombe, le moulinet tourne facilement sans fatiguer sa corde ou courroie de commande, tandis qu'après l'amorçage, la corde glisse ou la vitesse se ralentit un peu et le tourniquet fatigue et secoue son support. On sent très bien que, maintenant, il effectue un travail plus considérable.

La trombe une fois amorcée, on peut descendre le bassin A à huit ou dix fois le diamètre du tourniquet sans troubler le phénomène (fig. 4); le fuseau de vapeur s'étire à mesure et l'action à la surface de l'eau reste la même.

Bien entendu, la trombe s'amorce également d'elle-même à cette grande distance et cela à l'air libre, pourvu, toutefois, qu'il n'y ait pas d'obstacles trop voisins et capables de produire des remous anormaux.

Bien entendu aussi, lorsque, par un dispositif convenable, on fait voyager horizontalement le moulinet tournant au-dessous du bassin, la trombe se déplace en suivant le tourniquet générateur et

en donnant toujours les mêmes effets à la surface de l'eau.

Disons maintenant qu'il importe peu que les girations des couches d'air situées en haut soient produites par un tourniquet dans les expériences; ou par des courants de vitesse inégale des régions supérieures dans la nature; du moment que ces girations ont pris naissance, les effets en seront les mêmes en grand comme en petit et ne sauraient

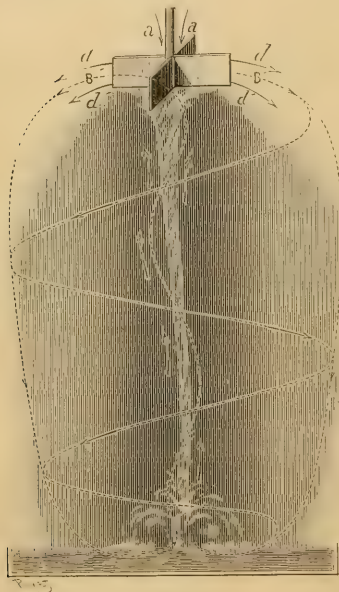


Fig. 4.

différer que par leur intensité. Comme le dit M. Faye, ces girations descendront vers le sol soit des régions supérieures dans la nature, soit du tourniquet dans les expériences; mais, aussitôt qu'elles auront atteint le sol, les veines d'air tournant, loin de s'échapper par l'extérieur, se dirigeront, au contraire, vers le centre du tourbillon, d'où elles remonteront vers le générateur supérieur; l'observation saine du phénomène naturel ainsi que les expériences et le raisonnement ne laissent aucun doute à ce sujet. Le nier, c'est vouloir nier l'évidence.

Il résulte des expériences qu'avec le moulinet entièrement ouvert nous obtenons le même fuseau nébuleux à mouvement *ascendant* intérieur que celui que nous avions réalisé avec le tourniquet muni d'un fond et d'une paroi verticale; et même nous l'obtenons sur une hauteur plus grande relativement au diamètre du tourniquet; mais il y a plus :

nous avons donné, dans notre brochure, l'expérience consistant à faire *descendre* des vapeurs ou des fumées dans l'axe même du tourbillon, et cela en sens inverse de la nappe aérienne intérieure de ce tourbillon et dont le mouvement est *ascendant*.

Tout le monde a pu voir cette expérience dans les séances de la Société française de Physique et de la Société d'Encouragement où elle a été présentée, il y a bientôt deux ans. Nous obtenons ce résultat en permettant à des vapeurs produites dans une chaudière extérieure, d'arriver par un tuyau dans l'intérieur du tourbillon, ou mieux encore, en brûlant simplement, près de l'axe de ce tourbillon, une matière fixée à l'extrémité d'une tige et donnant des fumées abondantes. Lorsqu'on présente ainsi ces matières en ignition dans la partie supérieure d'un tourbillon, on voit les fumées *descendre* en formant un cône pointu, dont la pointe va souvent toucher le sol ou la surface de l'eau.

Or, avec notre nouveau moulinet, nous obtenons ce même résultat qui semble si paradoxal, mais qui reproduit exactement la descente du nuage en fuseau pointu tel que nous le montre la nature dans une trombe marine.

Quoique les choses se comprennent presque d'elles-mêmes, disons, cependant, pourquoi, suivant nous, de la vapeur ou des fumées *descendent* dans une gaine aérienne intérieure dont le mouvement est *ascendant* et, pourquoi, le cône ainsi formé par ces vapeurs ou ces fumées a sa pointe tournée vers le sol.

En ce qui concerne le premier point, nous n'avons qu'à rappeler l'expérience consistant à sonder l'intérieur d'un tourbillon en employant pour cela un tube recourbé et relié à un baromètre sensible; lorsqu'on promène l'extrémité de ce tube du haut en bas dans l'axe du tourbillon, on retrouve toujours au baromètre la même dépression atmosphérique. Le tourbillon constitue donc un tube aérien reliant le moulinet au sol et, dans ce tube, la région axiale se trouve du haut en bas à une pression inférieure à celle de la pression atmosphérique régnant tout autour à l'extérieur. Si donc, par un tuyau, nous permettons l'accès dans l'axe du tourbillon à des vapeurs ou à des fumées venant de l'extérieur et soumises, par conséquent, à cette pression extérieure, ces vapeurs ou ces fumées rempliront du haut en bas la région intérieure du tube aérien et, si nous avons présenté l'orifice du tuyau adducteur dans le haut du tourbillon, nous voyons la fumée descendre en même temps qu'elle prend le mouvement de rotation autour de l'axe.

Pour expliquer le second point, c'est-à-dire la forme conique avec le sommet du cône en bas, il convient de remarquer que le tourbillon aérien formant tube prend son origine à la partie supé-

rieure, là où se trouve le moulinet générateur, dans les expériences, et là où prennent naissance les girations supérieures, dans la nature ; à mesure que les veines d'air descendent vers le sol, elles perdent un peu de leur vitesse linéaire ¹ et elles perdent de cette vitesse par suite de leur frottement contre les couches stagnantes existant tout autour ; la force centrifuge diminue donc aussi, en sorte que, pour chaque tranche horizontale que l'on considère dans le tourbillon, la dépression intérieure, qui est la même du haut en bas, ne se trouve plus équilibrée aux mêmes distances de l'axe de rotation par la force centrifuge ; les circonférences sur lesquelles se réalise cet équilibre vont

en se rétrécissant de plus en plus, à mesure qu'on se rapproche du sol et c'est ainsi que se dessine la nappe conique.

Ajoutons que, si, dans les expériences, on peut négliger l'influence des variations de pression atmosphérique résultant de la hauteur de 1 à 3 mètres qu'avait la trombe dans ces expériences, il n'en est plus de même dans la nature où une hauteur de plusieurs centaines de mètres exerce au contraire une action très prononcée qui vient s'ajouter à la première pour effiler le fuseau conique dont la pointe est dirigée vers la terre.

Ch. Weyher.

LA GÉOLOGIE DES ALPES ET LA CARTE DE M. NOË ²

Peu de régions ont été autant que les montagnes du système alpin l'objet des recherches des géologues ; la liste serait longue des mémoires, notes, et cartes locales concernant diverses parties des Alpes qui, depuis une trentaine d'années, ont été livrées à la publicité ; et c'est avec raison que l'on semble chercher de plus en plus dans la connaissance de cette chaîne d'origine relativement récente la solution des problèmes orogéniques ; car dans les contrées plus anciennement disloquées de l'Europe septentrionale, il semble plus difficile de les élucider, la trace des phénomènes dynamiques n'étant plus là, comme ici, fraîche et pour ainsi

dire intacte. Les résultats de tant d'explorations, de tant de publications et de discussions si mémorables n'avaient cependant pas encore été réunis en un tableau unique ; on n'avait pas eu l'idée ou plutôt le courage de publier, autrement qu'à une échelle très réduite, une carte géologique de la chaîne des Alpes.

Studer en 1851 avait fait paraître comme annexe à sa *Géologie de la Suisse* une petite carte du système alpin dont l'échelle insuffisante et l'ancienneté rendent actuellement l'utilité fort contestable. Tout récemment le regretté Neumayr donna, dans son *Erdgeschichte*, sous un très petit format, également, un essai de carte géologique des Alpes ; mais, malgré tout le mérite de ce travail, ceux qui désirent pour leur enseignement plus qu'une grossière esquisse, se trouvent dans la nécessité d'avoir recours aux cartes générales de l'Europe comme celle de Dumont, où la région alpine ne saurait être traitée avec le même soin que dans un tracé spécial.

Les cartes locales pourtant ne manquaient pas : en Autriche les tracés de von Hauer ; en Bavière ceux de Guembel ; en France, la carte d'Elie de Beaumont et de Dufrenoy, celles de MM. Carez et Vasseur et du Service de la Carte géologique ; en Suisse, les levés anciens de Studer, d'Escher et la carte au 100,000^e récemment achevée, donnaient d'excellents renseignements pour diverses parties de la chaîne.

Il faut savoir gré à M. Noë d'avoir entrepris, sous le haut patronage de M. Ed. Suess, la tâche ardue de raccorder toutes ces cartes conçues souvent dans un esprit très différent ; d'unifier les nomenclatures souvent difficiles à accorder des divers auteurs, et de faire concorder autant que possible

¹ Nous disons « linéaire » et non « angulaire ». Cette dernière vitesse va au contraire en augmentant de plus en plus, jusqu'à la pointe au bas du cône où elle est maxima.

² Docteur Franz Noë. Geologische Uebersichtskarte der Alpen, mit Erläuterungen der Verfasser und einigen einbegleitenden Worten des Professors Dr. Ed. Suess. — Carte géologique générale de la chaîne des Alpes, à l'échelle du millionième, exécutée d'après les tracés géologiques de régions alpines, de l'Institut géologique de Vienne, de l'Institut géologique hongrois à Budapest, du Service des mines de Bavière, de la Commission géologique de la Société helvétique des sciences naturelles, de la Société géologique de France, de l'École des mines de Paris * et du Comité géologique d'Italie, et avec l'utilisation des recherches de MM. Baltzer, Marcel Bertrand, Bittner, Camérad, Carez, Czyzek, Diener, Escher A. Favre, E. Favre, Forel, Froeh, Th. Fuchs, Gastaldi, Gerlach, Geyer, Gillieron, Guembel, Harada, F. von Hauer, Heim, R. Hoernes, Karrer, Kilian, Lepsius, Lory, von Mojsisovics, Neumayr, Negri, H. Pichler, Renevier, Reyer, von Richthofen, Sismonda, Spreafico, Stache, Studer, Stur, Suess, Taramelli, Teller, Theobald, Tietze, Toulou, Vacek, Vasseur, Wachner, Zaccagna, etc.

Vienne 1890, (Institut géographique d'Ed. Hoeltzel), une carte dans un carton, in-folio avec notice de 27 p. in-8°.

* Il est probable que l'auteur désigne ainsi le Service de la Carte géologique de France, dont le siège est dans le même édifice que l'École nationale des Mines de Paris, mais qui constitue toutefois, comme on sait, une administration distincte ayant un directeur spécial et un personnel indépendant de celui de l'École.

les divisions stratigraphiques représentées par les teintes conventionnelles; de tirer en un mot de ce chaos d'interprétations parfois contradictoires une œuvre épurée, claire, et comportant en même temps le degré d'exactitude compatible avec l'échelle adoptée.

On peut dire que M. Noë a pleinement réussi. L'unité de la chaîne alpine apparaît plus nette qu'on ne l'avait encore pu voir sur aucune carte et c'est la première fois aussi que nous trouvons de si nombreux détails, et tant de si utiles renseignements, coordonnés en un tout aussi harmonieux où l'on sent si peu la surcharge. La carte de M. Noë est appelée à rendre de grands services aux géologues des Alpes, en leur permettant de ne pas perdre de vue, tout en poursuivant leurs recherches locales, l'ensemble orographique dont ils étudient un coin particulier et en leur rappelant que leur travail ne sera vraiment fructueux que s'il contribue à la solution du grand problème orogénique; d'autre part, et comme l'a si bien dit M. Suess dans l'introduction dont il a fait précéder la Notice explicative, elle vient combler une lacune vivement ressentie dans le matériel de l'Enseignement supérieur.

I

Au point de vue matériel, la nouvelle carte de M. Noë se recommande par son format rendu maniable à l'aide d'un procédé très simple, par son impression, très lisible et peu fatigante pour les yeux. La topographie est empruntée à la carte topographique au millionième (1 centimètre pour 10 kilomètres) des Alpes de M. Haardt von Hartenthurm, exécutée dans les ateliers de Ed. Hoeltzel à Vienne. L'auteur a reproduit en grisaille la topographie de M. Haardt à laquelle les teintes géologiques sont superposées; c'est là une heureuse combinaison; on pourrait désirer cependant un peu plus de vigueur dans les hachures qui figurent le relief.

En se débarrassant d'une foule d'indications inutiles comme le tracé des routes, celui des voies ferrées et un grand nombre de noms de localités peu importantes pour le but scientifique de la carte, l'auteur n'a pas peu contribué à augmenter la netteté de son œuvre; nous remarquons également que, parmi les noms conservés, M. Noë a choisi avec beaucoup de discernement ceux des localités (Barrême, Annot, Petit-Cœur, Haering, Reit-im-Winkel, etc.) connues des géologues et qui, trop souvent, ne figurent pas sur les cartes. Les couleurs employées sont un peu crues; mais l'effet en est heureusement adouci par la topographie en grisaille dont nous venons de parler.

Quant au choix des teintes, les conventions établies au Congrès de Bologne ont été suivies dans leur ensemble, sauf pour le Trias auquel la couleur bleue a été affectée, tandis que le violet a été employé pour les dépôts paléozoïques. Ce mode de représentation, qui rend facile une confusion des dépôts triasiques avec le Jurassique, déroute beaucoup le lecteur, habitué à voir le violet réservé au Trias. De plus il rend moins facile à saisir le rôle si spécial de ce terrain, en particulier en Lombardie et dans le Tyrol. Le Permien, en raison de son importance au point de vue des mouvements anciens des massifs cristallins, a été distingué par une teinte particulière. Un figuré spécial a permis de mettre en évidence un facies qui semble lié à un épisode orogénique important de la chaîne alpine et qui affecte tantôt le Crétacé supérieur (environs de Vienne), tantôt, et le plus souvent, la partie inférieure des terrains tertiaires; nous voulons parler du Flysch, auquel M. Noë assimile au point de vue du mode de formation le puissant système des Grès des Vienne et des Karpathes.

La façon dont les documents ont été utilisés paraît être excellente: Conformément aux traditions, la surface d'une série de petits lambeaux, d'une signification souvent très grande pour l'orogénie, a été exagérée afin de rendre possible leur reproduction à la petite échelle du 1 : 1.000.000,

En ce qui concerne la France, nous regretterons qu'il ait été tenu si peu de compte des progrès que la Carte officielle au millionième (1889) a réalisés sur la carte au 500.000^{ème} de MM. Carez et Vasseur. On sait que MM. Vasseur et Carez, se basant sur les travaux des géologues italiens, ont représenté par la teinte des formations paléozoïques une large zone de schistes, allant d'Oulx à Coni par Césanne et Aiguilles, laissant en Trias une autre bande plus étroite, située à l'Ouest de la précédente. M. Zaccagna a publié en 1887 une petite carte géologique au 1 : 1.000.000 des Alpes occidentales; il a indiqué en « prépaléozoïque » (Schistes cristallins) une grande partie des formations schisteuses situées entre Césanne, Saint-Véran et le Viso, et n'a laissé comme Trias qu'une bande étroite allant de Briançon à Arvieux, Ceillac et Maurin. Sur la Carte au millionième du Service français, le tracé dû aux explorations de Lory porte au contraire une zone triasique très étendue comprenant non seulement les schistes des environs de Suze et du Mont-Cenis (prépaléozoïques pour M. Zaccagna), mais ceux de Césanne, d'Aiguilles, de Saint-Véran, etc. Suivant en partie les tracés de M. Zaccagna, M. Noë a fait figurer, comme schistes cristallins, la bande Suse-Césanne-Aiguilles et a conservé comme triasique, outre la zone portée comme telle par M. Zaccagna un grand massif entourant

Modane et la Vanoise; il en résulte que *suivant qu'ils se trouvent en Italie ou en France, les mêmes schistes lustrés sont portés en Trias ou en Terrain primitif.*

Il demeure réservé aux recherches futures de modifier entièrement les tracés géologiques de cette zone frontière de nos Alpes; pour ceux qui connaissent un peu cette région, il est incontestable que les figurés donnés jusqu'à ce jour sont tous, sauf peut-être ceux de M. Zaccagna, basés sur une interprétation erronée, provenant de l'âge que, tour à tour, l'on a attribué aux « *Schistes lustrés* » rattachés par Lory au Trias et par les membres du comité italien à la série ancienne. Un accord a été conclu récemment, à la suite d'explorations faites en commun par des géologues des Services italien et français, pour considérer ces schistes comme antérieurs au Trias. Il y aura donc à les détacher des autres termes incontestablement triasiques avec lesquels ils sont confondus sur la Carte au millionième du Service français. Quant aux contours de MM. Carez, Vasseur et Noë qui ont pour résultat de figurer à l'Est les schistes lustrés comme antérieurs au Trias (Château-Queyras, Aiguilles), de les laisser au contraire vers l'Ouest (en France, Lans-le-Bourg, Mont-Cenis) en partie sous la même teinte que les gypses et les quartzites triasiques, ils ne correspondent qu'à une espèce de compromis, en quelque sorte imposé par l'état encore peu avancé des levés géologiques dans cette partie des Alpes.

Le Massif du Pelvoux est ici, comme sur la carte de MM. Carez et Vasseur, entièrement formé de schistes cristallins; il n'a été tenu aucun compte de la nature, maintenant considérée comme nettement éruptive, de la protogine ni des filons granulitiques des environs de la Bérarde. Si M. Noë avait pris davantage en considération la nouvelle Carte au millionième faite sous la direction autorisée de M. Michel-Lévy, il aurait évité cette erreur. Ajoutons aussi que la bande granitique placée au S. E. d'Allevard par M. Noë, étant formée de gneiss granulitiques et non de roche éruptive, ne figure pas sur la carte du service officiel de France.

Pour la partie des Basses-Alpes située aux environs d'Allos, de Colmars et de Barcelonnette, les explorations spéciales exécutées en vue de la publication de notre carte au millionième ont modifié considérablement les contours de MM. Carez et Vasseur. Pourquoi M. Noë s'en est-il tenu à ces derniers? Il en est de même pour la vallée du Jabron (Basses-Alpes) le long de laquelle l'auteur n'a pas indiqué les lambeaux mollassiques si importants pour dater le dernier plissement de cette zone. Les alentours du Mont Viso également laissent un peu à désirer.

Signalons par contre comme facilitant beaucoup l'intelligence de certains faits orogéniques la façon

dont la région des Alpes est limitée sur la carte que nous avons sous les yeux et le soin qu'a pris l'auteur d'amorcer les moles anciens limitrophes (« das Vorland ») tels que le massif de la Bohême, la Forêt-Noire, le Plateau central de la France, les Maures et l'Estérel, dont le rôle, quoique tout passif, a laissé des traces profondes dans la structure de la chaîne alpine.

Depuis l'exécution, pourtant très récente, de cette carte, de nouvelles découvertes comme celle du Nummulitique de Radstatt dans la vallée de l'Enns (Guembel, etc) ont été faites et ne figurent naturellement pas sur les tracés de M. Noë.

Les divisions adoptées¹ sont, sauf une exception

¹. Ces divisions sont les suivantes :

γ Granite, Granulite, Protogine, Tonalite, Syénite et, à Predazzo, dans le Tyrol méridional, Phorphyrites et Mélaphyres rouge carmin.

σ, δ Serpentine (σ) Diorite, Mélaphyre, Gabbro, Diabase, Grünstein... Vert foncé.

π Porphyres, Porphyre quartzifère et porphyre à Augite^{*}. Vermillon avec hacures.

β, τ Basaltes (β) Trachytes (τ). Vermillon avec hacures.

Gn. Gneiss, ses variétés, Gneiss central, et, dans les Alpes Suisses et occidentales (Mt. Rose) Micaschistes anciens. Rose sans hacures.

Kr. Micaschistes, Chloritoschistes, Talcschistes, Amphibolites. Rose avec hacures.

Ph. Groupe des Schistes de Casana, des Schistes lustrés et bigarrés (gris et bleus) dans les Alpes occidentales et en Suisse. Groupe des Phyllites (Schistes argileux, Schistes argilo-micacés, Schistes quartzeux Calcschistes) dans les Alpes occidentales et le Tyrol. Violet avec hacures roses.

Ce groupe comprend des Schistes d'âge très variables, désignés habituellement par le nom de Schistes métamorphiques ou par celui de « Schistes d'âge indéterminé » dans les Alpes occidentales et la Suisse; l'auteur en a détaché une bande importante s'étendant du Valais à la Ligurie pour la rattacher au Trias, à l'exemple de Lory (V. plus haut). Les Schistes des Grisons (Bündner Schiefer) des anciennes cartes ont été également démembrés; une partie a été réunie aux Schistes métamorphiques, une autre aux Schistes cristallins, une dernière enfin (au nord de Coire), au Flysch (Crétacé supérieur et Eocène). Ainsi que l'avoue l'auteur lui-même, la lumière est loin d'être faite sur ces formations schisteuses, et il est certain ainsi du reste que nous l'avons fait remarquer, que l'avenir modifiera singulièrement les contours actuellement donnés dans la zone Mont-Cenis-Cunco.

K. Calcaire cristallin (Marbre blanc, Cipolin). Bleu vif.

Pl. Paléozoïque en général (Permien exclus). Violet pâle. S. Silurien. Violet pâle. D. Dévonien; Violet pâle. C. Carbonifère. Violet pâle. (Ces terrains ne sont distincts que dans la partie orientale de la chaîne.)

Ici encore il eût été utile, comme pour le Permien, de distinguer par une différence de teinte les formations marines des Alpes orientales de leurs équivalents continentaux de l'Ouest.

P. Permien (Dyas) : Verrucano, Grès de Gröden. Brun.

W. Trias inférieur : Schistes de Werfen. Bleu pâle avec pointillé bleu foncé.

T. Trias moyen et supérieur Calc. de Virgloria, de Reifling, de Recoaro de Buchenstein C. de Wengen, St Cassian, Houillo de Lunz, Tufs porphyristiques, etc. (y compris les couches de Raibl.). Trias entier dans les Alpes occidentales. Bleu pâle à hacures obliques.

Le rôle important du Trias dans le Tyrol est facile à saisir, malgré la coloration bleue qui le rapproche trop du Jurassien.

^{*} Il s'agit des roches connues en France sous le nom de porphyrites augitiques.

pour le Flysch, purement chronologiques; nous regrettons vivement que M. Noë ne se soit pas inspiré de l'essai tenté il y a quelques années par M. de Lapparent lorsque ce dernier annexa à son *Abrégé de géologie* une petite carte de France sur laquelle il avait eu l'excellente idée d'appliquer un figuré particulier aux formations lacustres ou saumâtres, c'est-à-dire de représenter sur son esquisse non seulement l'âge des diverses assises, mais aussi leur *facies*. L'introduction d'une telle

que. On aimerait ici encore voir mis davantage en évidence les facies différents et notamment le contraste classique entre le « Trias Alpin » des chaînes centrales et orientales et le Flysch qui revêt ce terrain à l'O. de la ligne du Rhin.

R. Dolomie principales Rhétien calcaire du Dachstein, couches de Kössen. *Bleu pâle sans hachures.*

Cet étage atteint 800 mètres dans les Alpes orientales.

J. Lias et Jurassique (Tithonique compris). *Bleu pâle avec hachures longitudinales.*

Il eût été désirable que le Lias dont l'extension est assez différente de celle du Malm fût séparé du reste, comme aussi il eût été intéressant de voir bien délimités les facies coralligènes du Malm.

Cr. Crétacé. *Vert clair.* Une seule teinte pour le système entier. Il semble toutefois que le Crétacé supérieur aurait pu être utilement distingué, surtout à l'Est où la transgression éocénienne aurait été ainsi mise en évidence.

E. Tertiaire ancien : Eocène (Calcaires et grès nummulitiques). *Jaune orange.* L'Eocène lacustre du S. de l'Autriche (Cosina) y est représenté par la même teinte que les calcaires à Nummulites de Faudon (Hautes-Alpes) et les assises oligocènes de Castel-Gomberto). Il y aurait eu grand avantage, comme pour le Crétacé supérieur, à figurer d'une manière spéciale les dépôts lacustres. L'extension de la mer nummulitique aurait ainsi pu être évaluée à simple vue.

F. Flysch; Facies « flyschoux » de la Craie et de l'Eocène T. *Jaune avec hachures vertes.* Flysch, Grès de Vienne, Grès des Karpathes, Macigno, Tassello, Grès de Taveglianna, Grès à Fucoides, etc.

Nous touchons ici à un point faible de l'œuvre de M. Noë. Non seulement il est fâcheux que les circonstances aient nécessité l'assimilation de dépôts crétacés, éocènes et souvent même oligocènes, mais nous nous heurtons à une interprétation erronée qui aurait pu être facilement évitée. Le Flysch, tel que le comprend M. Noë, ne s'étend pas plus au Sud que les environs de Chambéry; les vastes affleurements éocènes et oligocènes des Hautes et Basses-Alpes ont tous été teintés en jaune orange (E.), c'est-à-dire en Eocène alors que les puissants dépôts de Grès (Grès d'Annot) Quartzeux, de grès mouchetés (si analogues aux grès de Taveglianna), de schistes à Fucoides et de marnes sans fossiles des environs d'Embrun, de Barcelonnette et du Massif des Trois-Évêchés (Basses-Alpes) méritent au premier chef la désignation de Flysch. En réalité la teinte de l'Eocène devrait être réduite dans ces parages à un mince liséré entourant les massifs du Flysch qui lui est superposé. L'aspect de la carte serait donc considérablement modifié.

m. Néogène Miocène (Aquitainien inclus) et Pliocène. *Jaune pâle.*

Il aurait été également et plus encore que pour les autres autres terrains d'un haut intérêt de mettre en évidence par un procédé quelconque la nature marine ou lacustre des dépôts miocènes et pliocènes, ce qui eût permis de saisir facilement les relations si étroites qui existent entre la répartition de la mer helvétique et l'âge relatif des différentes zones alpines.

g. Dépôts diluviens et alluviaux. *Jaune pâle.*

Il est probable que le domaine de ces dépôts sera, dans les Alpes septentrionales, encore notablement augmenté, une partie d'entre eux ayant été considérés à tort comme tertiaires.

En blanc : Glaciers et champs de neige.

méthode dans la cartographie géologique en augmente singulièrement la valeur théorique; elle permet à la simple inspection du tracé de se faire une idée beaucoup plus complète de l'histoire et de l'orogénie d'une région donnée.

II

Malgré l'abondance de détails que porte le tracé, surtout pour les Alpes orientales, il semble que quelques traits généraux se détachent avec plus de clarté que par le passé du travail de M. Noë. Nous croyons pouvoir en tirer le schéma suivant, qui pourrait fournir, s'il était développé et accompagné d'un nombre suffisant de faits justificatifs tirés des diverses monographies régionales et relié à des considérations sur l'âge des principaux mouvements alpins, le sujet d'une très intéressante étude dans le genre de celles dont M. Suess a si magistralement inauguré la série.

Le plissement alpin, tel qu'il se montre à nous, résultat démantelé d'une suite de dislocations successives, peut être décomposé, lorsque l'on fait abstraction des accidents purement locaux (affaissements, petites failles transversales, etc.), en zones parallèles, qui toutes participent de la courbure générale de la chaîne. Dirigées E.N.E. — O.S.O., entre le Danube et une ligne Lausanne-Turin, elles sont ensuite brusquement infléchies en demi-cercle, de façon à se recourber vers l'Est (Cuneo) et à se rattacher à l'Apennin.

1. On distingue tout d'abord sur la carte de M. Noë, une zone centrale, constituée par les *schistes cristallins*, avec leur cortège de cipolins, d'amphibolites, de serpentines, etc., que percent des roches granitoïdes et qui portent encore des lambeaux de sédiments paléozoïques (Schistes lustrés dans les Alpes occidentales; Phyllites, Dévonien, Silurien et Carbonifère marin des Alpes autrichiennes) et de Trias à facies variés, suivant qu'on les étudie à l'Est ou à l'Ouest de la chaîne. Émergeant près de Gratz, des sédiments tertiaires du bassin danubien, cet axe central cristallin s'étend sans interruption jusqu'en Piémont, offrant seulement quelques particularités qui n'en troublent que peu la manifeste continuité. Les affleurements paléozoïques affectent à l'Est, dans leur disposition, une symétrie assez nette par rapport à l'axe central. C'est ainsi qu'à part quelques parcelles insignifiantes et un massif plus étendu à l'extrémité orientale de la chaîne, là où la zone cristalline s'épanouit à la manière d'un éventail et va disparaître en deux branches sous les sédiments tertiaires (au nord-est et au sud-est de Gratz), ils forment deux bandes allongées dans le sens général de la chaîne : au Nord entre Neustadt et Innsbruck; au Sud de Kla-

genfurt à Mauthen et Brixen par exemple. La distribution du Permien est aussi remarquable : bordant la chaîne centrale au Nord (Hopfgarten près Kufstein) et au Sud (Botzen-Tarvis) dans les Alpes orientales ; formant des massifs toujours voisins de la bande cristalline (Mals et au Sud entre Bellagio et Storo), il se présente également dans les Alpes occidentales (Ubaye-Savone) en bordure de cette dernière.

Dans les Alpes centrales, un accident transversal d'une grande importance (Judicarienlinie de M. Suess) constitué par des fractures N.N.E. (Storo-Meran) accompagnées des éruptions granitiques et porphyriques de l'Adamello, de Botzen, Meran, et des environs N.E. de Trient, et s'étendant sur une longueur de plus de 100 kilomètres, vient troubler un moment la régularité de l'axe. Ce dernier semble avoir été brisé, et déjeté à la manière d'une baïonnette. Aussi le plan général est-il moins net dans cette région où la zone cristalline paraît comme morcelée.

Les Alpes françaises correspondent à l'inflexion en arc de cercle de toute la chaîne, signalée plus haut. La zone cristalline coïncide sur une certaine longueur avec notre frontière et, au Sud du Briançonnais, reste même en dehors de notre territoire. Une partie même semble s'être abîmée sous les plaines du Pô et c'est ainsi que disparaît, auprès de Coni, cette zone maîtresse du système alpin, dont un coup d'œil sur la carte permet de saisir la remarquable continuité depuis Neustadt en Autriche, jusqu'à Suse et Saluce en Piémont.

2. De chaque côté de cette zone se trouvent deux zones *subalpines* symétriques (Préalpes, Alpes calcaires, chaînes secondaires) :

a) Une zone interne [Sesto-Calende (Come)-Brescia-Verone] continue, de la Save au Tessin, mais dont l'extrémité occidentale disparaît, sans doute par suite d'affaissements, sous les plaines du Pô. Il est probable que, suivant l'inflexion de la zone centrale elle devait du reste ici décrire un arc de cercle de façon à venir se raccorder à la bordure nord-est de l'Apennin. Au Sud-Est, cette zone s'éloigne de l'axe cristallin, et ses lignes de dislocations s'infléchissent en éventail du côté de l'Istrie et de la Dalmatie. La structure de cette bande méridionale est assez remarquable : les synclinaux ont une tendance à se déverser vers le Sud ; peu serrés, ils possèdent pour la plupart une grande amplitude, et sont fréquemment faillés en gradins, surtout au voisinage de la dépression adriatique, (Véronais, etc.). Des éruptions récentes s'y sont en maints endroits manifestées.

b) Une zone externe, constituée également par des sédiments mésozoïques et tertiaires qui sont

ici énergiquement plissés, mais plus constante et plus étendue que la précédente. De Vienne au Rhin par Kufstein, cette zone présente trois bandes bien nettes : une sous-zone intérieure, la plus rapprochée de l'axe cristallin, est formée de Trias, de Jurassique et de Tertiaire ; et, à l'extérieur, une autre sous-zone constituée principalement par le Flysch, borde la précédente et la sépare d'une bande tout à fait externe de Mollasse miocène. Plus à l'Ouest, en Suisse et dans les Savoies, la bande de Flysch se confond avec la sous-zone mésozoïque, tandis que la Mollasse se maintient toujours sur le bord externe. Cette zone mollassique avec sa continuation est la partie la plus récente des Alpes : A partir de Chambéry, elle comprend aussi ses chaînons mésozoïques, dont les synclinaux et les failles présentent encore des lambeaux de Mollasse pincée : tels le Jura et les chaînes subalpines du Dauphiné ainsi qu'une grande partie des montagnes de la Provence, dernières rides du système alpin.

Dans les Alpes occidentales, un nouvel élément s'ajoute aux précédents : à partir de Disentis et du Toedi apparaissent une série de *massifs cristallins* portant les traces de dislocations hercyniennes (antéhouillères et antéliasiques) traversées par des éruptions granitoïdes, montrant en divers points des lambeaux houillers et liasiques, et séparés de l'axe cristallin de la chaîne par une bande mésozoïque (Andermatt) qui comprend, au S. O. de Sion, de vastes affleurements de Houiller continental. Cette bande cristalline, la *première zone alpine* de Lory qui contient les massifs les plus élevés et les plus imposants des Alpes : le Mont-Blanc, la Meije, le Pelvoux, apparaît ainsi comme un simple accident dans le plan général du système alpin, comme un *fragment remanié de l'ancienne chaîne hercynienne*, compris dans la bande secondaire externe.

En effet, à partir du Toedi et surtout de Sion (Valais) cette zone secondaire septentrionale jusqu'à la unique se divise vers l'Ouest en deux bandes qui laissent percer entre elles, comme par une boutonnière, les massifs cristallins de la première zone alpine (Mont-Blanc-Belledonne-Pelvoux), pour se rejoindre ensuite dans le Gapençais, puis se séparer de nouveau un moment et laisser place au massif cristallin des Alpes-Maritimes (Mercantour), de même ordre que ceux que nous venons d'énumérer. La zone Valais-Briançon-Savone que signale sur la carte une traînée d'affleurements triasiques et houillers (2^e et 3^e zones alpines de Lory) n'est donc autre chose qu'une partie ici isolée des chaînes secondaires bavaraises et autrichiennes. En même temps, la zone du Flysch qui à l'Est formait une bordure externe régulière au nord des

chaines mésozoïques continue à se maintenir, quoique moins distincte, au nord de la zone subalpine et de ses enclaves cristallines (1^{re} zone), tandis qu'à partir de la Maurienne, une nouvelle bande de Flysch, marquée par erreur comme formée d'Eocène à facies ordinaire sur la carte

V. plus haut), mais très nette et très développée, vient se placer entre ces dernières et l'axe cristallin central, entoure au S. et au S. O. le Pelvoux de ses accumulations détritiques, acquiert dans les Basses-Alpes un grand développement et se continue avec la zone secondaire vers la Méditerranée, enclavant la boutonnière cristalline des Alpes-Maritimes et du Mercantour.

La 1^{re} zone alpine de Lory peut donc n'être considérée que comme une annexe s'intercalant dans la zone subalpine externe, de Disentis à Tende, en une série de massifs, sorte de chapelet, dans l'intervalle desquels les deux sous-zones secondaires se confondent à plusieurs reprises dans les environs de Louèche (Leuk), Sion et de Chorges-Barcelonnette). Les mouvements orogéniques les plus récents (fin du Miocène, Pliocène) semblent s'être manifestés dans la bande externe seulement, la zone interne de ces deux séries de chaînes calcaires n'ayant subi probablement que des plissements datant du milieu des temps tertiaires.

C'est au fait de s'être trouvées refoulées entre les massifs de la zone centrale et les môles anciens (Vorland), bourrelets déjà plissés extérieurs au système alpin, tels que le massif de la Bohême, la Forêt Noire et les Vosges, la Serre, le Plateau central de la France, les Cévennes et les Maures, que les zones secondaires externes des Alpes doivent leur constitution si compliquée et les nombreux accidents (plis couchés, etc.), qui témoignent d'une poussée intense émanant de la zone centrale et dirigée vers la bordure externe (N., N O et O.). C'est dans la disposition des éléments constituant les chaînes subalpines, que se décèle ainsi avec le plus de netteté cette influence des massifs anciens que l'on pourrait qualifier d'*influence hercynienne*¹.

Entre Vienne et Constance par exemple, les plissements subalpins sont à peu près parallèles au

bord du massif de la Bohême. Le Jura représente un arc extérieur de plis subalpins s'écartant un moment du faisceau; déviés par le petit massif de la Serre, ils viennent, à Brugg (Argovie), s'écraser contre la terminaison méridionale de la Forêt Noire (Pli couché du Boetzberg). Enfin dans la région Delphino-Provençale, nous avons fait¹ ressortir la façon frappante dont les dislocations récentes se sont pour ainsi dire adaptées aux contours anciens du Plateau central et des Maures.

L'effet des mouvements alpins sur les masses hercyniennes elles-mêmes déjà plissées a été indiqué du reste par M. Julien, puis plus complètement mis en lumière par M. Michel-Levy. Ils ont été faillés à leur tour lors des mouvements subalpins; on y remarque des synclinaux et des anticlinaux à vaste amplitude, de date récente, bien distincts des plis anciens résolus en gradins et en failles; mais c'est entre la zone centrale des Alpes avec ses puissantes et larges voûtes (Simplon, Mont-Cenis), et ces masses hercyniennes remaniées, que se trouve la zone des plis aigus, des isoclinaux, des contournements et dislocations énergiques qui caractérisent les Préalpes. Pour les chaînes secondaires de la bande interne méridionale (zone subalpine interne), il en est tout autrement. Au Sud, dans le Bellunais, la Lombardie, le Véronais, l'allure qu'affectent les éléments de la zone secondaire est tout autre. De vastes plis d'une grande amplitude, morcelés et décomposés en gradins par des failles, témoignent d'un refoulement moins intense, de l'absence de môles rigides, comparables aux massifs hercyniens, qui ont donné à la zone subalpine externe son caractère spécial et, comme l'a si bien fait voir M. Suess, d'un affaissement considérable du sol autour de l'emplacement actuel de l'Adriatique. Ces fractures et ces flexures du Bellunais vont en effet, à l'Est, quitter la direction alpine et s'incurver vers le S. S. E. (Dalmatie) suivant le contour adriatique et méritant la dénomination de « périadriatiques » qu'on leur a quelquefois appliquée.

Ainsi, quoi qu'il en soit de ses légères imperfections, la carte de M. Noë permet d'embrasser d'un coup d'œil le vaste ensemble alpin et fournit une base excellente aux recherches à venir.

W. Kilian,

Professeur de Géologie
à la Faculté des Sciences de Grenoble.

¹ C'est également par l'existence d'anciens reliefs hercyniens ou d'une zone d'eaux, très peu profondes au large du rivage formé par notre Plateau central et à l'emplacement de nos Alpes françaises, que l'on peut expliquer le facies détritique (quartzites) et lagunaire du Trias dans la plus grande partie des Alpes occidentales, alors qu'à l'Est régnait le régime franchement marin.

¹ Ann. des sciences géologiques, t. XX.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Gomes Teixeira (F.), *Director de Academia Polytechnica do Porto*. — *Curso de Analyse infinitesimal. Calculo differential*, 2^e édition 1890, Porto, typographia occidantal, rua da fabica, 66.

Nous avons rendu compte dans la *Revue* du 30 juin 1890 du volume que M. Gomes Teixeira venait de faire paraître sur le calcul intégral ; une seconde édition du volume sur le calcul différentiel a été publiée récemment. Nous ne pouvons que répéter à cette occasion ce que nous avons déjà dit sur l'importance de cet ouvrage qui est très complet et très au courant de toutes les nouvelles recherches.

L. O.

Longridge (James Atkinson). — *Smokeless Powder and its influence on gun Construction*. Mem. Ins. Civil. Eng.; hon mem. of England Institute of mining and mechanical engineers. — Spon, 125, Strand, London; New-York, 12 Cortland Street, 1890.

M. Longridge a publié récemment un traité de balistique interne dont il a été rendu compte dans la *Revue* (n° 11, 15 juin 1890, page 340) ; au cours du dernier chapitre de ce traité, il faisait allusion aux nouvelles poudres sans fumée qui attirent si vivement en ce moment l'attention des artilleurs ; il vient de compléter son ouvrage en consacrant à ces poudres un petit opuscule de 50 pages.

Il examine successivement quels sont les avantages des poudres sans fumée dans les canons d'acier forgé du nouveau type, quelle sécurité elles présentent, quelles modifications leur usage entraînera dans la fabrication des canons, quels effets d'érosion elles produisent, quel degré de conservation elles possèdent. Les remarques de M. Longridge, sans donner la solution complète de ces questions, offrent un très réel intérêt.

L. O.

Dwelshauvers-Dery (V.), *Professeur de mécanique à l'Université de Liège*. — *Le Révélateur Donkin et l'action des parois des cylindres à vapeur*. Mémoire présenté à la Société industrielle de Mulhouse, 1890.

L'appareil présenté à la Société industrielle de Mulhouse par M. Dwelshauvers-Dery et destiné aux mesures thermométriques et calorimétriques des phénomènes dont la machine à vapeur est le siège, complète avec les freins, les dynamomètres, les indicateurs de pression, l'ensemble des appareils de mesure nécessaires à l'étude des machines à vapeur.

Le point de départ du *Révélateur Donkin* est un appareil très sommaire disposé pour l'étude des condensations et des vaporisations qui se produisent dans la machine à vapeur à la surface des parois intérieures du cylindre.

Dans l'état actuel, le *Révélateur* permet d'étudier la propagation de la chaleur à travers le métal des cylindres, les effets de l'enveloppe, de la surchauffe, des grandes et des petites vitesses ; c'est, en un mot, un *indicateur d'échanges* de chaleur, aussi bien que de propagation de la température à travers les parois métalliques.

L'appareil peut s'adapter sur les cylindres aussi facilement qu'on y adapte l'indicateur de pression. La vapeur y arrive dans un corps cylindrique formé du même métal que le cylindre. Dans l'épaisseur des parois de ce cylindre, et à diverses distances de son axe,

sont creusés de petits puits où des thermomètres plongent dans le mercure. La température de la vapeur est prise sur un thermomètre placé dans un petit cylindre métallique à parois très minces et plongeant au milieu de la vapeur.

Il est difficile d'apprécier dès maintenant les services que peut rendre cet appareil ; mais il faut noter qu'il a permis d'établir indubitablement les faits suivants : Vers les parois intérieures des cylindres, et sur une certaine épaisseur, la température est variable ; ce qui indique que tantôt la paroi cède de la chaleur à la vapeur, et que tantôt c'est la vapeur qui cède de la chaleur à la paroi. Sur la partie complémentaire de l'épaisseur, qui est grande relativement à la précédente, la température est constante en chaque point, ce qui indique que le transport de chaleur se fait dans le même sens, vers l'extérieur.

A. GOUILLY.

Thurston (R. H.). — *A practical method for reducing the internal wastes of the steam-engine*. — American Society of civil Engineers, New-York, 1890.

On sait que la majeure partie de la chaleur perdue dans la machine à vapeur est due aux échanges à travers la paroi métallique du cylindre et du piston. Hirn a, le premier, appelé l'attention sur l'importance capitale de ce phénomène et M. Dwelshauvers a publié, sur ce point, des études célèbres. Depuis lors, de nombreuses tentatives ont été faites pour réduire cette perte, ainsi que celle qui se produit par la condensation. On a surchauffé la vapeur, on a imaginé les enveloppes, on a construit des compound, on a cherché à rendre moins bonnes conductrices les surfaces internes du cylindre et du piston. C'est à ce dernier système que se rapporte la communication de M. Thurston ; voici, en principe, quel est son système :

On sait que la fonte ordinaire contient de 2 à 6 0/0 de charbon ; si on la soumet à une lente oxydation, le fer disparaît et le charbon reste à la surface sur une profondeur qui dépend de la méthode suivie et de la durée de l'action ; on a ainsi diminué la conductibilité à la chaleur de cette surface.

Un des meilleurs procédés pour produire l'oxydation dont il s'agit consiste, d'après M. Thurston, à traiter la fonte par un mélange d'une partie d'acide sulfurique dans dix parties d'eau et de laisser l'action se produire pendant une dizaine de jours.

Il soumet les parties internes de la machine à ce traitement, convertissant ainsi leur surface en une matière fortement chargée de carbone et, par suite, comparativement médiocre conductrice. Bien entendu, les parties frottantes ne sont pas traitées ainsi ; mais, comme elles sont entretenues à un haut degré de poli, leur pouvoir conducteur est très diminué, et elles ont, au point de vue qui nous occupe, un intérêt moindre.

Les surfaces préparées comme il vient d'être dit et rendues ainsi un peu poreuses sont enduites alors d'une huile mauvaise conductrice qui, en même temps qu'elle diminue encore leur conductibilité, augmente leur résistance aux agents de destruction, aux variations de pression et de température, à l'humidité.

Les expériences faites dans les premiers mois de 1890, au laboratoire de Sibley College, Cornell University (New-York), semblent montrer que le procédé a un réel intérêt pratique. M. Thurston pense que ce simple traitement réduirait la perte dans le cylindre « de la moitié au moins », ce qui correspondait à 10 0/0, et même pour les machines de petites dimensions, à 20 0/0

de la vapeur consommée. Ce résultat, s'il était acquis, serait considérable; les premiers essais entrepris ne sont pas suffisants pour qu'on puisse se prononcer d'une façon certaine; il faut espérer que M. Thurston poursuivra ces très intéressantes recherches.

J. POULET.

2^e Sciences physiques.

Brillouin (M).—Principes généraux d'une théorie élastique de la plasticité et de la fragilité des corps solides. *Annales de l'Ecole Normale supérieure*, décembre 1890.

« La théorie élastique des corps plastiques et fragiles est un de ces sujets délicats sur lesquels on ne peut espérer atteindre la vérité par l'expérimentation pure : la preuve est faite surabondamment par le nombre prodigieux de mémoires de mesures qui, chacun à son tour, obscurcissent davantage un sujet déjà peu clair. » Ainsi s'exprime M. Brillouin dans son mémoire : il croit à la nécessité de faire des hypothèses et de les développer jusqu'au point où elles peuvent être comparées avec l'expérience.

Celle qu'il introduit n'est pas, à proprement parler, une hypothèse; c'est un principe extrêmement simple qui est contenu en germe dans la théorie ordinaire de l'élasticité : seulement il fallait l'y apercevoir et le mettre en évidence.

Pour un corps isotrope soumis aux lois de Hooke, dans lequel, par conséquent, les déformations sont proportionnelles aux forces déformatrices, les équations qui lient ces quantités sont toujours résolubles par rapport aux forces déformatrices; tandis que si l'on essaie de les résoudre par rapport aux déformations, il pourra y avoir indétermination. A tout système de déformations correspond un système de forces élastiques déterminé, mais la réciproque peut n'être pas vraie.

Un des cas d'indétermination est bien connu : le cas où la rigidité est nulle : le corps est alors fluide. Si on le soumet à des forces tangentielles ou à des pressions normales inégales en divers sens, il ne prendra pas un état d'équilibre défini : il se séparera, il coulera.

On conçoit très bien que, de même, dans un corps solide donné, un système particulier de forces déformatrices puisse faire naître un système de déformations indéterminé. Si ce système de déformations a lieu sans variation de densité, la déformation peut s'accroître sans rupture : le corps est plastique. Si elle a lieu avec variation de densité, elle entraîne la rupture dans la région où la dilatation cubique est la plus grande : le corps est fragile.

On voit combien ce principe est simple et fécond : il pourra permettre de faire rentrer, sans introduire aucune théorie moléculaire nouvelle, les propriétés des corps fragiles et plastiques dans les propriétés générales des corps élastiques auxquels s'applique la loi de Hooke : les deux mémoires qu'annonce M. Brillouin ne sauraient manquer de jeter une vive lumière sur la question.

Bernard BRUXHES.

Chapel d'Espinassoux (G. de).—Traité pratique de détermination du temps de pose. — 1 vol., (Bibliothèque photographique), Paris, Gauthier-Villars, 33 quai des Grands-Augustins, 1890.

M. de Chapel d'Espinassoux a exposé avec beaucoup de méthode, dans un espace relativement restreint (120 pages in-8^e) tous les points essentiels que la photographie a à approfondir pour déterminer le temps de pose, le facteur principal de toute opération photographique.

L'ouvrage débute par une classification des différentes données du problème : données naturelles dépendant de la lumière et du sujet; données optiques dépendant de l'objectif et du diaphragme; données chimiques dépendant de la nature de la couche sensible ainsi que du révélateur; et enfin données anormales ou mécani-

ques, dépendant des mouvements du sujet dans les épreuves instantanées.

Nous n'entrerons pas dans le détail de l'exposition : disons seulement que l'auteur donne des formules simples pour déterminer le temps de pose suivant les divers cas, suivant la saison, l'heure, etc., et la nature de l'objet. Un tableau de temps de pose en fractions de seconde, pour les poses instantanées, termine ce livre extrêmement intéressant.

M. de Chapel d'Espinassoux n'exclut pourtant pas l'usage rationnel des photomètres et recommande, dans les cas spéciaux, l'usage des deux meilleurs : le photomètre de M. Becoudan et surtout le photomètre de M. Louis Olivier.

Enfin il préconise avec raison l'usage des plaques isochromatiques et, quand c'est possible, le procédé si remarquable et si simple indiqué par M. Lippmann pour obtenir des épreuves des objets colorés en valeur vraie. La photographie du paysage ne saurait que gagner à ne plus avoir les prairies et les arbres en noir profond. M. de Chapel d'Espinassoux a pensé qu'il était utile de faire connaître aux amateurs cette méthode déjà connue des savants : je ne puis que l'approuver en cela.

L'auteur, dans sa préface, adresse surtout son ouvrage aux débutants : qu'il me permette de lui dire que son livre, utile à ceux-ci, serait pourtant d'une lecture profitable à plus d'un photographe de profession. Il y a là excès de modestie, et c'est la seule critique que je puisse faire de cet excellent ouvrage qui a sa place marquée dans la bibliothèque de tout photographe, amateur ou praticien.

Alphonse BERGET.

Pickering.—Etude sur la nature de la dissolution. *Journal of the chemical Society*, 1890.

Ce volumineux mémoire contient l'application à un certain nombre de cas de la méthode proposée par M. Mendeleeff pour l'étude des dissolutions. M. Mendeleeff suppose que la densité d'une dissolution est proportionnelle au poids de corps dissous. Tant qu'il n'y aura qu'un seul corps au sein du liquide, la courbe qui représentera la densité en fonction de la concentration sera une droite. S'il se forme au contraire, dans la dissolution, des hydrates partiellement dissociés, la courbe prendra une forme plus ou moins complexe; mais la disparition d'un hydrate déterminé correspondra toujours à un point anguleux de la courbe. En somme, d'après cela, la recherche des hydrates définis qui existent à l'état de dissociation partielle au sein d'une dissolution, revient à la recherche des points anguleux de la courbe représentant les densités ou une autre propriété. Pour faciliter la recherche de ces points anguleux, M. Mendeleeff construit les courbes en portant en ordonnées, non les densités, mais les différentielles successives de cette variable. On obtient ainsi des courbes plus simples, et après un nombre suffisant de différenciations, des droites, mais sans que les points anguleux soient déplacés. En opérant sur l'acide sulfurique, M. Mendeleeff avait trouvé que la première différenciation conduisait à une courbe formée d'une série de droites. M. Pickering, en opérant sur le même corps, est obligé d'aller jusqu'à la seconde différenciation et il conclut, de la forme de sa courbe, à l'existence de 17 hydrates définis de l'acide sulfurique, dont les formules varient de $36 \text{ SO}^2 \text{ H}_2 + \text{H}_2\text{O}$ à $\text{SO}^2 \text{ H}_2 + 5000 \text{ H}_2\text{O}$. Il applique le même procédé d'étude à la chaleur de dilution et à la conductibilité électrique. Les résultats ne présentent qu'une concordance très faible avec ceux de MM. Mendeleeff et Crompton, et même entre eux.

La méthode employée par M. Pickering a reçu de M. Arrhénius des objections très graves : il ne semble pas, notamment, que l'on doive chercher à faire coïncider les points anguleux avec des compositions moléculaires définies, car la place de ces points anguleux varie avec la température à laquelle on fait les mesures. Enfin le principe de la méthode est lui-même

attaquable. Dire que la courbe correspondant à la seconde différenciation est formée d'une série de droites, cela revient à dire que la densité est représentée par une série de courbes du troisième degré. Comme on n'a qu'un nombre fini d'expériences, on peut trouver une infinité de systèmes de courbes passant exactement par tous les points expérimentaux. La divergence des résultats obtenus par les différents expérimentateurs montre que cette indétermination existe bien en réalité.

Georges CHARPY.

3° Sciences naturelles.

Billet (A.). — Contribution à l'étude de la morphologie et du développement des Bactériacées. *Bulletin scientifique du Nord de la France et de la Belgique*, t. XXI, 1890.

La grande majorité des nombreux travaux auxquels, depuis une dizaine d'années, les Bactériacées ont donné lieu, ont été entrepris pour élucider le rôle de ces microorganismes dans les fermentations et la production des maladies. La morphologie des microbes a été jusqu'ici à peu près délaissée et reste presque tout entière à faire. M. Billet, par de patientes et longues recherches, a essayé de combler en partie cette regrettable lacune, en suivant l'évolution de quelques espèces dans un même milieu et les modifications que subissent ces espèces sous l'influence du changement de milieu.

Deux théories sont actuellement en présence relativement à la morphologie des microbes. Les uns, avec Cohn, sont partisans de l'immutabilité des espèces et des formes; les autres, avec Ray-Lankester, Cienkowski et Zopf admettent le polymorphisme ou pléomorphisme de ces êtres, c'est-à-dire que les différentes formes peuvent dériver les unes des autres. Les observations et les expériences faites par M. Billet sur le *Cladothrix dichotoma* et le *Bacterium parasiticum*, ainsi que sur deux espèces nouvelles de Bactéries, le *Bacterium Balbianii* et le *B. osteophilum*, l'ont conduit à admettre que la plupart des Bactéries passent par plusieurs phases pendant le cours de leur développement, et suivant les milieux où elles vivent. Ces phases sont au nombre de quatre : 1° état filamenteux, état dissocier, état enchevêtré, état zoogléique.

Ces différents états correspondent chacun à un groupement morphologique particulier des éléments bactériens, en rapport avec des conditions spéciales de milieu. Parmi ces conditions de milieu, les unes sont intrinsèques, c'est-à-dire inhérentes à la nature nutritive même du milieu; d'autres sont extrinsèques, c'est-à-dire liées à des phénomènes extérieurs, température, pression, quantité plus ou moins grande d'oxygène etc. Aussi la succession de ces différentes phases n'a-t-elle rien de fixe, ni de constant dans le cours du développement de chaque Bactériacée. Tel ou tel état, sous des conditions de milieu les plus diverses, peut évoluer rapidement vers un autre état, ou même faire complètement défaut. D'autre part, si le milieu ne se modifie pas, on peut conserver le même état pendant longtemps, sans que lui-même se modifie.

L'état filamenteux est l'état végétatif par excellence. Sous cet état les éléments bactériens, qu'ils naissent directement de la spore, ou qu'ils proviennent d'un autre état, se disposent bout à bout en séries longitudinales, ou en chaînes articulées, dont chaque article est représenté par un élément. Les éléments en général immobiles se présentent sous trois formes principales : formes rectilignes (*Leptothrix*, *Bacillus*, *Bacterium*), formes courbes (*Vibrio*) et formes spirales (*Spirillum*, *Spiriochate*). Ces formes proviennent de l'élément rectiligne primitif et peuvent passer de l'une à l'autre sous la moindre influence. Il ne saurait donc être question de polymorphisme ou de pléomorphisme, dans le sens où un grand nombre d'observateurs semblent le comprendre, et qui, selon eux, tendrait à faire croire

que chaque forme d'élément bactérien, représentant une espèce ou même un genre spécial de Bactériacée, se transformerait en une espèce nouvelle en changeant de forme.

L'état dissocier est avant tout une phase de dissémination; il est caractérisé par la mise en liberté des éléments constitutifs de l'état filamenteux. Les éléments sont alors essentiellement mobiles et se présentent sous toutes les formes qu'on rencontre dans l'état filamenteux; ils continuent à se multiplier par division et restent quelquefois accouplés deux à deux ou en chaînette d'un petit nombre d'éléments.

L'état enchevêtré se présente sous forme de filaments enchevêtrés les uns dans les autres, comme autant d'écheveaux à mailles plus ou moins serrées. Il constitue un état transitoire entre l'état filamenteux et l'état dissocier, ou entre un de ces deux états et l'état zoogléique.

Dans la dernière phase du cycle évolutif des Bactériacées, l'état zoogléique, les éléments se groupent suivant certaines dispositions qui paraissent varier pour chaque espèce. Autour de chaque élément se sécrète une gangue gélatiniforme épaisse et l'élément ainsi encapsulé devient immobile. Dès lors, l'état zoogléique présente une succession de stades auxquels l'auteur attache une grande importance à cause de leur constance : 1° chaque élément est entouré d'une gangue propre; 2° les éléments se segmentent dans deux directions et forment des groupes en tétraèdres, se développant uniquement en superficie (stade *Merismopodia*); 3° les éléments se segmentent dans les trois directions (stade *Sarcina*); 4° la division des éléments se poursuit activement et donne lieu à la formation de capsules agglomérées, renfermant un nombre illimité d'éléments se présentant sous la forme *Bacterium*, (stade *Ascobacteria* ou *Gloecapsa*). Ces groupes de capsules affectent entre elles des dispositions caractéristiques, sous forme arborescente (*Cladothrix dichotoma*), sous forme cérébroïde (*Bacterium Balbianii*), sous forme aciniforme (*B. osteophilum*), et sous forme losangique (*B. parasiticum*). Cet état zoogléique définitif avec son allure propre et constante, pour telle ou telle Bactériacée, paraît devoir constituer, selon M. Billet, un caractère de premier ordre, pour la différenciation des espèces de Bactériacées. Suivant lui, une Bactériacée ne peut être spécifiée que d'après l'ensemble de ses caractères; il ne suffit pas d'indiquer les formes qu'on rencontre dans tel ou tel milieu, il faut rechercher si telle ou telle forme reste constante et identique à elle-même suivant les milieux où on la cultive.

Si les observations de M. Billet n'ont pas peut-être toute la portée générale qu'il tend à leur donner, puisqu'elles ne sont relatives qu'à un petit nombre d'espèces, elles ont le grand mérite d'avoir été poursuivies avec toute la rigueur scientifique que comportent de semblables recherches; son mémoire complera assurément parmi les meilleurs travaux sur la morphologie des microbes.

F. HENNEGUY.

Certes (A.). — Sur un Spirille géant développé dans les cultures de sédiments d'eau douce d'Aden. *Bull. de la Soc. Zool. de France*, XIV, p. 322.

En rendant compte des études de M. Certes sur les Protozoaires du cap Horn, nous montrions de quelle utilité pouvait être la récolte, puis la mise en culture des plantes desséchées ou des sédiments provenant de régions dont la faune est encore mal connue. L'intéressante note que nous résumons ici (en utilisant aussi des observations inédites, communiquées par l'auteur) nous en donne un nouvel et frappant exemple.

En cultivant avec les précautions d'usage des Conifères desséchés, recueillis par M. le Dr F. Jousseau à l'entrée des citernes d'Aden, M. Certes a observé, entre autres organismes, un remarquable Spirille de taille gigantesque, comprenant jusqu'à 70 tours de spire et long, suivant le nombre de ceux-ci, de 5 à 250 μ ; la

Jargeur est de 7 à 8 μ . Qu'il soit vivant (fig. 1, 3, 5 et 6), ou fixé par l'acide osmique (fig. 2 et 4) l'organisme

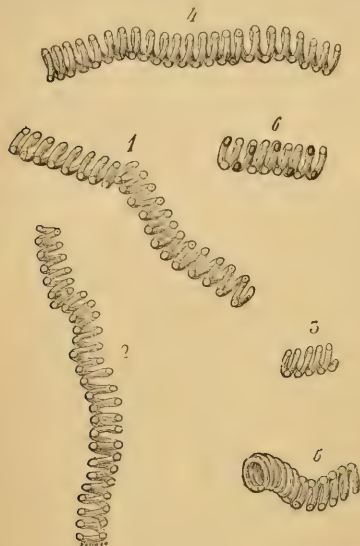


Fig. 1 à 6.

présente des tours de spire étroitement juxtaposés; de l'entrecroisement des filaments sur les parties latérales résulte un aspect singulier : on dirait une double rangée de perles ou de spores.

Mais celles-ci se voient rarement et ne se présentent d'ailleurs pas avec une si parfaite régularité (fig. 6). Elles sont ovoïdes et sont mises en liberté par dissolution du filament.

Le Spirille non sporifère progresse ou recule au moyen d'ondulations soit verticales, soit horizontales; il tourne rarement sur son axe. Ce mode de locomotion est, au contraire, celui des individus sporifères. Dans aucun cas, des cils vibratiles ou des flagellums n'ont pu être aperçus; mais l'existence de semblables appendices semble être démontrée par ce fait que les individus fixés par une de leurs extrémités déterminent dans le liquide un tourbillon énergétique.

La nature microbienne de cet organisme de grande taille est évidente; M. Certes le désigne sous le nom de *Spirobacillus gigas*. Monté dans le baume, il se déroule plus ou moins sous l'action de la chaleur (fig. 7). Il est très comparable, sauf pour la taille et la couleur, au *Sp. Chienkowskii* Metchnikoff, parasite des Daphnies.

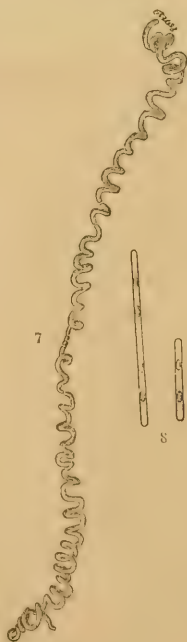


Fig. 7 et 8.

Un fait encore inexpliqué mérite aussi d'être mentionné. Des exemplaires recueillis pendant l'hiver de 1888 à 1889 purent être revivifiés plusieurs mois de suite, puis cessèrent de donner des cultures, même à l'étuve. De nouveaux essais tentés en juin 1890 ont pleinement réussi. Il semble donc que la reviviscence ou la reproduction des organismes desséchés dépende, outre les conditions de température, de quelques autres conditions encore indéterminées.

D^r R. BLANCHARD.

Hérouard (Ed.), *Préparateur de Zoologie à la Sorbonne. — Recherches sur les Holothuries des côtes de France. Thèse pour le doctorat en sciences; in-8° de 170 pages avec 8 planches en couleur. Archives de Zoologie expérimentale, 2^e série, vol. 7, 1890.*

Les Holothuries représentent probablement le groupe le plus ancien des Echinodermes; aussi leur étude est-elle d'une haute importance au point de vue phylogénique. Les résultats acquis jusqu'ici manquaient trop souvent de précision et de généralité; aussi M. Hérouard a-t-il pu combler de nombreuses lacunes dans l'ordre des *Pedata*, qu'il a spécialement étudié.

Dans la description des téguments et des organes, l'auteur insiste sur les rapports d'une couche de tissu conjonctif lâche, qu'il appelle couche lacunaire et dans laquelle se déplacent en grand nombre les amibocytes chargés de la nutrition des tissus. A propos de la formation des plaques calcaires, il émet une théorie nouvelle; pour lui, chaque plaque est précédée d'une mosaïque de cellules hexagonales; le calcaire se dépose le long des parois de contact, de manière à figurer d'abord un Y, puis un réseau hexagonal, en ménageant

naturellement des trous correspondant aux noyaux cellulaires, trous qui ne sont jamais comblés.

M. Hérouard donne d'excellents détails sur la constitution du bulbe aquo-pharyngien : les canaux ambulacraires radiaux, peu après leur naissance, communiquent par de petits orifices avec les tentacules buccaux, qui sont par conséquent des ambulacres modifiés et non point des diverticules directs de l'anneau, comme on le croyait autrefois. L'espace péripharyngien, compris entre la portion dilatée et interne des tentacules buccaux et le tube digestif, traversé par de nombreux tracts rayonnants, n'est qu'une dépendance du colôme, avec lequel il communique par cinq grands trous interradiaires.

M. Hérouard montre que les nerfs radiaux sont divisés sur toute leur longueur en deux bandes, l'une mince et interne, l'autre beaucoup plus épaisse et externe. Entre le ruban radial et le canal ambulacraire, se trouve un sinus (canal subnervien); au-dessus du ruban, du côté de l'extérieur, il y a un autre espace, dit extranervien, qui se prolonge d'ailleurs au-dessus de l'anneau nerveux oral. Ces deux cavités, de valeur et d'origine différentes, forment ce qu'on appelait autrefois les espaces périnémaux ou périnerviens.

L'appareil lacunaire sanguin (système amœbophore de M. Hérouard) est constitué par un anneau péripharyngien diffus, qui reçoit les absorbants intestinaux (lacunes marginales) et émet cinq lacunes radiales logées dans la paroi externe des canaux ambulacraires. De la lacune marginale dorsale (ou externe) se détache une lacune génitale (canal problématique) qui aboutit aux organes génitaux.

A propos des organes arborescents, dont les fonctions respiratoire et excrétrice sont bien connues, l'auteur montre qu'ils agissent aussi comme appareils hydrostatiques, se vidant lorsque l'animal veut se contracter, se remplissant lorsqu'il veut s'épanouir. Le chapitre relatif aux processus mécaniques de la rétraction et de l'extension du corps est particulièrement intéressant.

D'après M. Hérouard, les tubes de Cuvier, que Semper et Jourdan ont considérés comme organes de

défense, n'auraient pas cette signification : ce seraient des organes arborescents transformés, adaptés à des fonctions glandulaires spéciales. Il donne de bons détails sur le processus de leur dilatation par l'eau du cloaque et sur leur rejet hors du corps de l'Holothurie ; il considère ce rejet comme le premier acte de l'expulsion du tube digestif, qui se produit, comme l'on sait, lorsque l'animal est irrité ou mal portant.

M. Hérouard termine son travail par la liste des espèces qu'il a rencontrées dans l'Océan et la Méditerranée, aux stations fondées par M. de Lacaze-Duthiers à Roscoff et à Banyuls ; l'auteur, ayant pu étudier un grand nombre d'échantillons vivants, a rectifié plusieurs descriptions et créé trois espèces, le *Colochirus Lacazei* et deux *Thyone* (*T. subvillosa* et *Roscovita*).

En résumé, ce travail fournit aux morphologistes d'excellents renseignements anatomiques et physiologiques, qui permettront de comparer avec plus de fruit les Holothuries avec les Echinodermes plus récents.

L. CUÉNOT.

4° Sciences médicales.

Spillmann (P.), *Professeur à la Faculté de Médecine de Nancy*. — *Manuel de diagnostic médical et d'exploration clinique*. 2^e édition. 1 volume G. Masson, 120, boulevard Saint-Germain, Paris, 1890.

Un bon manuel doit être clair et concis tout en étant très complet. Le petit livre publié par le Professeur Spillmann possède au plus haut point ces qualités. Il se caractérise en outre par ce fait que, tout en conservant ce qu'il y a de bon dans les traditions de l'ancienne clinique, l'auteur a parfaitement montré l'utilité pratique des nouveaux moyens d'investigation mis à notre portée par les progrès de la chimie et les découvertes de la microbiologie. C'est ainsi qu'il est pour les praticiens un aide-mémoire très utile, pour les étudiants un excellent livre d'instruction.

D^r E. DE LAVARENNE.

Audry (Ch.). — *Etudes sur les tuberculoses du pied. Anatomie pathologique*. *Revue de chirurgie*, Paris, août 1890, p. 657.

L'examen d'un grand nombre de pièces anatomiques, recueillies dans le service de M. Ollier à Lyon, conduit l'auteur à distinguer dans les tuberculoses du pied une série de types pouvant être différenciés les uns des autres :

1° *Tuberculose du tarse postérieur*, répondant à l'ancienne tumeur blanche du cou-de-pied, d'origine synoviale et tibio-péronière généralement, exceptionnellement partie de l'astragale ou du calcaneum, se développant surtout dans l'articulation tibio-tarsienne et accessoirement dans la sous-astragalienne.

2° *Lésions associées du calcaneum et de l'astragale* ; ce type comprend le plus grand nombre des tubercules astragaliens qui évoluent dans la tête ou le col de l'astragale, se propageant le long du ligament interosseux et par lui à la grande apophyse du calcaneum. Les articulations sous-astragaliennes sont, bien entendu, toujours malades ; l'interligne de Chopart n'est toutefois que peu atteint.

3° *Tuberculose centrale juxta ou intra-épiphysaire du calcaneum*. Cette tuberculose peut aboutir à des cavités s'étendant jusque sous le périoste : quand elle envahit les articulations voisines, c'est presque toujours les sous-astragaliennes qu'elle gagne, quelquefois la petite séreuse calcaneo-cuboidienne, mais on n'observe qu'exceptionnellement la diffusion des fongosités entre toutes les surfaces osseuses du tarse.

4° *Tuberculose antéro-tarsienne* ; débutant par un quelconque des petits os du tarse antérieur, elle gagne le plus souvent la presque totalité de l'interligne de Lisfranc en avant, entamant volontiers les métatarsiens ; en arrière elle ne dépasse guère celui de Chopart.

5° *Lésions des métatarsiens et des phalanges*.

D'une manière générale on peut dire que toutes ces

tuberculoses du pied sont anatomiquement des lésions localisées par rapport à l'ensemble du squelette du pied et, en même temps, des lésions totales par rapport à chaque segment osseux ; la première de ces propositions légitime les opérations partielles pratiquées sur le pied tuberculeux, puisqu'elles peuvent être des opérations complètes ; la seconde permet de conclure que, dans la grande majorité des cas, il faut agir sur la totalité de l'os atteint, c'est-à-dire ne recourir qu'à des résections typiques régulières.

D^r HARTMANN.

Bertillon (Alphonse). — *La Photographie judiciaire, avec un appendice sur la classification et l'identification anthropométriques*. (Paris, Gauthier-Villars, 33 quai des Grands-Augustins, 1890.)

Tout le monde connaît l'ingénieux mode de signallement anthropométrique en usage à la préfecture de police de Paris, grâce auquel aucun récidiviste ne doit plus espérer le succès dans la dissimulation de son identité. L'inventeur de ce système d'identification, M. Alphonse Bertillon, en a exposé le mécanisme et les avantages dans une précédente brochure dont le présent ouvrage peut être considéré comme un complément. Sa compétence et son expérience en pareille matière ne sauraient être mises en doute, car le service important qu'il dirige depuis plusieurs années au dépôt opère sur une clientèle quotidienne d'une centaine d'inculpés, et son succès s'affirme annuellement par la reconnaissance de 400 à 500 récidivistes revêtus d'un nom sans tache, mais faux. Jusqu'à ces sept dernières années, le service photographique avait été abandonné aux inspirations d'un personnel de praticiens dont la technique habile et artistique laissait beaucoup à désirer sous le rapport de la précision indispensable aux recherches judiciaires. M. Alphonse Bertillon indique dans son livre les raisons qui l'ont guidé dans la réorganisation et la régularisation de ce service.

Il s'agit d'abord des causes d'erreur et des conditions de succès dans l'exécution d'une photographie judiciaire. Quelle pose et quel éclairage doit-on donner au modèle ? Quelle réduction et quel format convient-il d'adopter ? Quelles sont les diverses conditions à remplir pour produire l'image la plus facile à reconnaître, la plus facile à identifier avec l'original ? L'auteur examine successivement : 1° l'identification de deux photographies ; 2° l'identification d'une photographie avec un dévolu ; 3° l'identification avec une personne libre, 4° avec un souvenir. Il étudie l'utilisation des diverses poses de face, de profil, en buste et en pied. Autant de questions curieusement analysées et intéressantes même pour les personnes les plus étrangères à l'art de la photographie, mais particulièrement utiles à étudier pour les magistrats, les policiers, les jurés, sans parler des photographes et de leurs clients. Plusieurs planches en photographie, accompagnant cette partie de l'ouvrage. Il y en a deux qui démontrent d'une façon frappante les difficultés de l'identification par la photographie.

M. Alphonse Bertillon conduit ensuite le lecteur dans son atelier judiciaire de la Préfecture de police pour lui en décrire et lui en expliquer la disposition, ainsi que la classification anthropométrique des cent mille photographies exécutées jusqu'à ce jour.

Enfin, parlant de ce fait : qu'on ne regarde bien, qu'on ne voit bien et qu'on ne retient bien ce que qu'on est capable de décrire avec exactitude, l'auteur termine son intéressant petit livre par une analyse descriptive de la figure humaine. On ne s'imagine pas combien, avec un nombre relativement faible de termes fort simples dont la signification et l'emploi seraient bien précisés, on ne s'imagine pas, disons-nous, combien il serait facile de décrire correctement et fidèlement un visage, une tête humaine, et combien un portrait parlé avec précision donne de vivacité à l'image une fois vue qui se conserve dans notre cerveau.

D^r L. MANOUVRIER.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance publique annuelle du 29 décembre 1891

Discours du président sortant : M. Hermite.
Eloge de Louis Poincaré; notice sur Cosson, par M. le secrétaire perpétuel, J. Bertrand. — Ces deux discours ont été publiés, le lendemain de la séance, dans notre numéro du 30 décembre 1890.

Prix décernés.

Grand prix des sciences mathématiques : M. Paul Painlevé. — Mention honorable : M. Léon Autonne.
Prix Francœur : M. Maximilien Marie.
Prix Poncelet : M. le Général Ibañez.
Prix extraordinaire de six mille francs : Trois prix de deux mille francs sont décernés à MM. Madamet, Leduc et Cadiat et Louis Favé.

Prix Montyon : M. le colonel Locher.
Prix Plumey : M. Jules Ernest Boulogne.
Prix Lalande : M. J. V. Schiaparelli.
Prix Valz : M. S. de Glasenapp.
Prix Janssen : M. C. A. Young.
Prix Montyon : M. le D^r Paul Topinard. — Mention honorable : M. Dislère.

Prix Vaillant : M. Marcel Bertrand.
Prix Fontannes : M. Ch. Depéret.
Prix Gay : M. Franz Schrader.
Prix Desmazières : M. Maurice Gomont.
Prix Montagne : deux prix sont décernés à MM. Paul Hariot et le D^r Albert Billet.

Prix Savigny : deux prix sont décernés à MM. le D^r Jousseau et le R. P. Camboud.
Prix Serres : M. Camille Daresté.

Prix Montyon : trois prix sont décernés à MM. Félix Guyon, Auguste Olivier et Paul Richer. Trois mentions honorables sont accordées à MM. Ch. Fressinger, J. Chauvel et H. Nimier et Ch. Mauriac. Des citations sont accordées à MM. C. L. Coutaret et G. Pichon.

Prix Bréant : MM. G. Colin et A. Layet.
Prix Godard : M. Samuel Pozzi; mention honorable : MM. Ch. Monod et O. Terrillon.

Prix Barbier : M. Claude Martin; mentions honorables à MM. Gaston Lyon et B. Dupuy.

Prix Lallemand : Mme Déjérine-Klumpke et M. G. Guinon.

Prix Dugate, non décerné. Trois récompenses sont accordées, l'une de douze cents francs à l'auteur de *Fuc*, non *specy*, l'autre de huit cents francs à M. le D^r Gannal et la troisième de cinq cents francs à l'auteur de *l'Égalité devant la mort*.

Prix Bellion, non décerné. Deux encouragements de cinq cents francs sont accordés à MM. H. de Brun et A. Morel Lavallée et L. Bellières. Des mentions honorables à MM. le D^r Sutils et le D^r Bedoin.

Prix Mège : M. Nicaise.

Prix Montyon : Deux prix *ex æquo* sont décernés à M. E. Gley et à M. E. Wertheimer. Deux mentions honorables à MM. E. A. Alix, G. Arthaud et L. Butte. Des citations à MM. le D^r A. Griffiths et J. Lenoble du Teil.

Prix Montyon : M. Casimir Tollet.

Prix Jérôme Ponti : R. P. Colin.

Prix Trémont : M. Beau de Rochas.

Prix Gegner : Paul Serret.

Prix Delalande-Guérineau : le D^r Verneau.

Prix de la fondation Leconte : M. Prosper de Lafitte.

Prix Laplace : M. Bailly.

Séance du 5 janvier 1891.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Brioschi : Sur une classe d'équations modulaires. — M. P. Appell : Sur des équations différentielles linéaires transformables en elles-mêmes par un changement de fonction et de variable. — M. G. de Vaux, consul général et chargé d'affaires de France à Quito, a adressé à M. le Ministre des affaires étrangères, une lettre concernant l'état actuel des pyramides élevées en 1740 par de La Condamine, aux extrémités de la base boréale qui a servi à la mesure de l'arc du Pérou, et divers monuments qui se rattachent à l'expédition scientifique de Godin, Bouguer et de La Condamine. — M. Th. Moureaux donne la valeur absolue des éléments magnétiques au 1^{er} janvier 1891, calculés au moyen des observations horaires du 31 décembre et du 1^{er} janvier, au parc Saint-Maur, à Perpignan. — M. Greil adresse une série de Mémoires relatifs à la navigation aérienne. — M. l'abbé Fortin adresse une note sur les taches solaires d'octobre et novembre (1890.)

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Berthelot communique les derniers résultats acquis par la commission des substances explosives; on a étudié la propagation de l'onde explosive dans un liquide, après l'avoir fait pour les gaz et les solides; l'explosif choisi a été le nitrate de méthyle; les pressions de détonation ont été déterminées avec des appareils crushers à piston pesant; la vitesse de détonation a été mesurée dans des tubes de diamètre variable et construits de substances diverses, caoutchouc, verre, acier; les tubes ont toujours été brisés quelle que fut leur résistance; on peut démontrer théoriquement que la pression dégagée par certains explosifs détonant dans leur volume dépasse toute grandeur donnée. De l'ensemble des faits exposés, il résulte que l'onde explosive n'existe avec ses caractères simples et ses lois définies que dans la détonation des gaz, ces lois et ces caractères ne subsistant qu'en partie dans la détonation des liquides et des solides, l'onde demeurant assujettie aux mêmes notions générales de dynamique physicochimique. — M. Vieille fait voir qu'en introduisant dans l'étude de l'explosion la notion du covolume des gaz produits et en le comparant à la densité de l'explosif, on reconnaît que dans certains cas la vitesse de propagation doit dépasser toute valeur assignable; ce cas limite ne peut être atteint en pratique, parce que les densités qui assurent ces vitesses de propagation indéfiniment croissantes déterminent également des pressions indéfiniment croissantes que la résistance des enveloppes ne permet pas de réaliser. — M. H. Rigollot a étudié les spectres d'absorption des solutions d'iode dans divers dissolvants, tant au point de vue du déplacement de la bande d'absorption qu'au point de vue de la quantité de lumière transmise. Il a constaté que pour les corps homologues ou pour les composés d'un même radical, servant de dissolvant à l'iode, lorsque le poids moléculaire augmente : 1^o la bande d'absorption s'avance très légèrement vers le violet du spectre, 2^o le minimum de la lumière transmise diminue. — M. H. Le Chatelier s'est servi de la variation de la résistance électrique pour étudier les changements moléculaires que la trempe et le recuit font subir à l'acier; il a pu fixer une température de trempe bien déterminée, qui correspond précisément à celle de la transformation du carbone, 730°. — M. Daniel Berthelot a étudié la conductibilité des acides organiques et de leurs sels; entre autres résultats, les chiffres qu'il a obtenus conduisent à cette loi; tandis que la conductibilité varie beaucoup

d'une isomère à un autre pour les acides libres, elle est la même pour les sels neutres de ces isomères. — **M. A. Renard** en faisant réagir les vapeurs du soufre sur la benzine au rouge-vif a obtenu le *trithiène*; il étudie les propriétés de ce corps. — **M. J. Minguin** a fait réagir le benzyolate de soude sur le camphre cyané. — **M. Ed. Mohler** indique une méthode d'analyse des eaux-de-vie commerciales qui permet de doser tous les éléments importants à partir de 508 gr. de matière. Il donne la composition de divers spiritueux, naturels et de fantaisie; le *coefficient d'impureté* de ces derniers est considérablement moins élevé que pour les premiers. — **M. Fr. Laur** appelle de nouveau l'attention de l'Académie sur les relations qui lui paraissent exister entre les variations de la pression atmosphérique et les explosions du grison. — **M. Delaurier** adresse une note intitulée « de la combinaison de l'azote avec d'autres éléments chimiques, sans l'intervention des microbes. »

3^e SCIENCES NATURELLES. — **M. A. Letellier** a reconnu la présence de l'acide hippurique dans certains organes excréteurs de acéphales (glande de Grobben chez le Pecten, organe de Keber chez le Cardium). — **M. L. Joubin** a suivi le développement des chromatophores des Céphalopodes; ces organes proviennent d'une cellule épidermique qui s'enfonce dans le derme et s'annexe des éléments mésodermiques; ceux-ci d'ailleurs ne jouent pas un rôle essentiel dans les mouvements du chromatophore. — **M. R. Moniez** montre que le polymorphisme de *Allantonema rigida*, parasite de différents Coléoptères coprophages, est encore plus grand qu'on ne le pensait. — **M. A. de Grassouvre** a reconnu que la craie de Touraine comprend trois niveaux bien caractérisés; elle est synchrone de la craie à *Micraster coranguinum*. — **M. W. Kilian** a fait l'étude géologique des chaînes alpines entre Moutiers (Savoie) et Bachelmette (Basses-Alpes), au point de vue des terrains antérieurs au jurassique; il a constaté que les gypses, les carguailles inférieures et supérieures et les calcaires se remplacent réciproquement dans les mêmes niveaux. — **M. A. Delebecque** donne sommairement la topographie sous-lacustre du Léman, d'après les sondages récents. — **M. J.-M. Schnyder** adresse une note relative à la maladie de la vigne.

M. d'Abbadie est élu vice-président pour l'année 1891. L. LAPICQUE.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 16 décembre 1890.

M. Féréol lit le rapport général sur les prix décernés en 1890. — **M. Bergeron**, secrétaire perpétuel prononce l'éloge de Chauffard.

Séance du 23 décembre 1890.

M. Chervin prouve que dans ledépartement de Lot-et-Garonne ce sont les familles les plus riches qui ont le moins d'enfants et inversement. — **M. Bourgeois** (de Tourcoing) lit une note sur le traitement de la tuberculose par le fluorure de sodium. — **M. Terrier** a observé un cas d'ectasie considérable de la vésicule biliaire qui contenait 24 litres de liquide de couleur goudaille s'étant formé très rapidement. Laparotomie, ablation d'une énorme tumeur constituée par les parois de la vésicule, fistule biliaire, puis cicatrisation. Dans l'intérieur de la vésicule, on trouve un diplocoque remonté du duodénum. — **M. Lancereaux** a étudié l'action sur l'organisme des huiles essentielles ajoutées aux boissons alcooliques pour faire l'absinthe, le vermouth, les amers, etc., etc. Intoxication aiguë déterminant des troubles convulsifs; intoxication chronique des troubles de la sensibilité et de l'intelligence amenant au gâtisme. Très fréquentes, aujourd'hui, elles sont une cause de danger surtout pour la classe ouvrière, à laquelle il serait utile de le faire savoir. On pourrait en diminuer l'usage en les frappant d'un

lourd impôt. — **M. Laborde** pense que les accidents dus aux essences sont très difficiles à différencier de ceux produits par l'alcool. Il serait nécessaire d'instruire les ouvriers par des conférences que **M. Lagneau** voudrait voir faire dès l'école primaire.

Séance du 30 décembre 1890.

M. Péan, pour opérer les rétrécissements de la valvule iléo-cæcale, produit une dilatation au niveau du rétrécissement en incisant la peau au-dessus du ligament de Poupart, de l'épine iliaque antérieure et supérieure jusqu'à l'épine du pubis, sectionne les muscles de l'aponévrose, ce qui met le cæcum à nu. Il attire l'intestin et place au-dessus et au-dessous une anse de caoutchouc, produisant ainsi l'hémostase. Il incise au niveau de la valvule, puis, après lavage antiseptique, résèque la partie malade. Il rapproche ensuite les deux bords de l'incision, en accolant la lèvre iléale à la lèvre cæcale. — Le professeur **Le Dentu** décrit deux faits d'intervention chirurgicale en cas de lithiase biliaire. Dans l'un d'eux, où existait un seul calcul en clavé dans le canal cystique, ce calcul fut extrait et le malade guérit.

Séance du 6 janvier 1891.

Discours du président sortant, **M. Moutard-Martin**, — **M. Tarnier**, président pour 1891, annonce la mort de **M. Baillarger** et lève la séance en signe de deuil.

Dr Ed. de LAVARENNE.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 27 décembre 1890

A propos des objections que **M. A. Treille** a adressées à la théorie des hématozoaires du paludisme, **M. Laveran** fait remarquer que les résultats négatifs obtenus par un observateur ne sauraient infirmer les résultats positifs obtenus par un grand nombre d'autres. — **M. Galezowski** a employé avec succès la *pyocyanine* dans les ulcères de la cornée; cet antiseptique n'est nullement irritant. — **M. A. M. Bloch**, a étudié la sensibilité de la peau à la pression et à la traction au moyen d'appareils très simples construits par lui-même; il donne le tableau des différentes parties du corps rangées par ordre de sensibilité décroissante; la limite inférieure de la sensibilité à la pression s'observe en divers points du visage, où une pression d'un seizième à un huitième de milligramme détermine la sensation. — **MM. A. Gilbert et J. Girode** ont fait l'étude bactériologique d'un cas de cholécystite suppurée avec angiocholite suppurée, dans les deux cas, ils ont trouvé un seul microorganisme, le *Bacterium coli commune*. — A propos de cette communication, **M. Bouchard** fait savoir qu'il a trouvé récemment dans un cas d'hépatite suppurée: un bacille voisin du *coli commune*; les expériences sont poursuivies par **MM. Charrin et Roger**, qui ont reproduit l'angiocholite chez le lapin en injectant dans le canal cholédoque des cultures de ce bacille. — **M. Laillet** a constaté que la glycérine est toxique pour les serins qui meurent avec les symptômes de l'alcoolisme aigu.

Séance du 10 janvier 1891.

M. Oechsner de Coninck présente une note sur trois nouvelles bases pyridiques. — **M. Féré** signale de nouveaux cas d'attaques épileptiques localisées d'abord à un groupe de muscles, et s'étendant ensuite, par les progrès de la maladie, au corps entier. — **M. Veillon et Jayle** ont trouvé dans des abcès du foie consécutifs à de la dysenterie un seul microbe, le *Bacterium coli commune*, ils font remarquer qu'au début on ne trouvait pas de microbes. — **M. Laveran** confirme le fait que souvent les cultures faites avec le pus de l'hépatite de la dysenterie restent stériles. — **M. Arnaud** présente un sujet dont le cœur est transposé. Il présente un lapin sur lequel il a produit une ectopie rénale double;

les deux reins ont été amenés sous la peau au travers d'une boutonnière pratiquée dans les muscles lombaires; l'animal a fort bien survécu et n'a présenté qu'une albuminurie passagère. — M. Pouchet a étudié la moelle du cachalot; cette moelle offre un diamètre plus faible que celui de la moelle d'un bœuf; les sections n'offrent pas toujours les figures classiques; ainsi entre la première et la deuxième paire cervicale, on n'observe pas sur la coupe les cornes postérieures de la substance grise; M. Pouchet appelle surtout l'attention sur l'extrême petitesse relative de cette moelle. — M. Gréhat a constaté chez le lapin que l'acide carbonique exhalé par les poumons augmente à la suite de l'excitation électrique d'un groupe de muscles. — M. E. Blanchard en examinant les déjections d'un Protée au point de vue de la recherche des parasites intestinaux, a trouvé des corpuscules d'environ 30 μ , qu'il a pris d'abord pour des œufs de nématodes, puis pour des coccidies; il a pu s'assurer qu'il s'agissait du noyau des cellules épithéliales de l'intestin. Certains ténias des rongeurs ont des œufs dont la coque, munie de deux cornes, prend le nom d'appareil piriforme. M. Blanchard a observé des complications très grandes dans cet appareil, qui est généralement muni de deux longs filaments ignorés jusqu'ici; il propose de découper dans les ténias un genre nouveau, dont le type est le *Tenia pectinata* du lapin de garenne et auquel il donne le nom de *Moniezia*. — M. d'Arsonval présente un appareil destiné à filtrer rapidement sur porcelaine les liquides les plus visqueux: il utilise la pression de l'acide carbonique liquide. L. LAPICQUE.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 26 décembre 1890.

M. O. Saint-Pierre a obtenu le tétraphénylméthane C(C⁶H⁵)₄, en faisant réagir la bromobenzène sur le triphénylméthane potassé. Cet hydrocarbure, d'une stabilité remarquable, n'est pas oxydé par l'acide chromique en solution acétique. — M. Tissier a préparé l'alcool et l'aldéhyde triméthyléthyliques par réduction du chlorure triméthylacétique par l'amalgame de sodium. — MM. Béhal et Choay ont constaté que la parachloralimide répond à la formule C⁶ Cl³ Az² H³, et en décrivent divers dérivés obtenus soit par l'action de la chaleur, soit par oxydation. — M. A. Carnot indique une méthode de recherche de l'aluminium dans les aciers en précipitant l'alumine à l'état de phosphate neutre. — M. Vladesco a étudié l'action du chlore sur la méthyléthylacétone. D^r M. HANRIOT.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 18 décembre 1890.

1^o SCIENCES PHYSIQUES. — MM. Hugh L. Callendar et G. H. Griffiths font une communication sur la détermination du point d'ébullition du soufre, et sur une méthode pour étalonner les thermomètres de platine à résistance électrique. Il est bien connu que les thermomètres à résistance électrique fournissent la méthode la mieux appropriée et la plus exacte pour mesurer les températures entre des limites très distantes. Dans une communication antérieure, (*Philosophical Trans.* 1887, p. 161.) l'un des auteurs a établi une formule pour comparer les thermomètres de platine aux thermomètres à air entre 0° et 700° C. La note que MM. Callendar et Griffiths présentent aujourd'hui contient une description de la méthode employée pour comparer les thermomètres de platine avec les thermomètres à air, à une température très voisine du point d'ébullition du soufre. Les expériences ont montré que la température de la vapeur saturée de soufre bouillant librement sous une pression de 760 mm. de mercure ramené à 0° C, et déterminée par le thermomètre à air à pression constante normale, est de 444° 53 C., l'intensité de la pesanteur étant de 980-61. C. G. S. au

niveau de la mer et à la latitude de 43°. Cette température est de près de 4° plus basse que celle qui a été trouvée par Regnault (*Mémoires de l'Institut*, vol. p. 26, p. 526); les auteurs croient cependant qu'elle est exacte au 10^e de degré, et qu'on peut en toute sécurité s'en servir pour étalonner les thermomètres de platine par la méthode décrite.

2^o SCIENCES NATURELLES. — M. R. Lydekker fait une communication sur l'identité générique du *Scapanodon* et du *Phascalomys*. En 1872, sir Richard Owen a décrit et figuré deux mâchoires inférieures incomplètes provenant d'une grande espèce de Wombat, aujourd'hui éteinte, trouvées dans le Pliocène du Queensland; il donna à ce Wombat le nom de *Phascalomys* (*Phascalomys*) *gigas*. (*Philosophical Trans.* 1872, p. 257.) Il décrit plus tard des incisives supérieures incomplètes, qui venaient du Queensland, et de l'Australie du Sud, et qui étaient caractérisées par leur aplatissement et leur forme de ciseaux, et les attribua à un genre nouveau auquel il donna le nom de *Scapanodon*. En faisant le catalogue des mammifères fossiles de la collection du British Museum, M. Lydekker a été frappé de ce fait que, tandis que les incisives supérieures du *Phascalomys* *gigas* sont inconnues, il n'y a pas de molaires qui puissent être rapportées au *Scapanodon*, et il en tira la conclusion qu'en conséquence les dents décrites comme appartenant au *Scapanodon* étaient probablement les incisives du *Phascalomys* *gigas*; en s'appuyant sur cette supposition, il crut pouvoir affirmer que le *Phascalomys* *gigas* était génériquement distinct de tous ces wombats existants, et le catalogue en conséquence sous le nom de *Phascalomys* *gigas*. Il décrit maintenant des incisives du *Scapanodon* et des mâchoires inférieures du *Phascalomys* *gigas*, qui proviennent de Berigera, Nouvelle-Galles du Sud; il s'appuie sur cette description pour affirmer que nous sommes maintenant en droit de regarder définitivement le genre *Scapanodon* comme un genre facile éteint de Wombat et que les incisives dont il s'agit appartiennent bien à une espèce gigantesque, connue sous le nom de *Phascalomys*. — M. Sheridan Delepine communique une note sur le foie chez les Vertébrés. Il a décrit l'arrangement des colonnes hépatiques dans le lobule classique du foie, l'arrangement des canalicules biliaires et le lobule vrai, lobule primaire ou sécrétoire. Il montre que les tubes du foie, au lieu d'être groupés autour des veines hépatiques terminales, sont distinctement arrangés en petites masses pyramidales qui correspondent aux lobules des autres glandes. Il a fait des observations sur le développement du foie et la structure des cellules hépatiques. — M. le D^r A. Ransome fait une communication sur certaines conditions qui modifient la virulence du bacille de la tuberculose. Afin de déterminer l'influence de la lumière, de l'air et de la terre sèche, sur la virulence du bacille de la tuberculose, il a soumis les crachats tuberculeux à l'action des conditions suivantes: 1) Dans une localité où le sol était sec et sableux, et où il ne s'était produit qu'un très petit nombre de cas de phthisie, les crachats ont été placés en pleine lumière et exposés à d'abondants courants d'air pur, 2) Ils ont été mis dans les mêmes conditions, mais tenus à l'abri de la lumière, 3) On les a placés sur le bord de la fenêtre d'une petite maison mal ventilée, sans cave, bâtie sur un sol d'argile, à Manchester, 4) Dans un coin sombre d'une chambre à coucher de la même maison, où trois décès par tuberculose avaient eu lieu pendant ces six dernières années, 5) Les crachats ont été exposés à l'air qui venait d'une salle d'un hôpital de phthisiques. Les résultats des expériences indiquent que l'air pur, la lumière, le sol sec et sablonneux ont une influence très nette sur l'atténuation de la virulence du bacille de la tuberculose; que l'obscurité nuit en quelque mesure à cette action désinfectante, mais que la lumière, si les autres conditions sont défavorables, est incapable d'elle seule de détruire le virus. RICHARD A. GREGORY.

SOCIÉTÉ ROYALE D'ÉDIMBOURG

Séance du 5 janvier 1891.

Il est donné lecture de quelques notices nécrologiques, entre autres celle sur Sir Henry par M. Coutils Trotter. Sir Henry ayant été élimébré correspondant de l'Institut de France, dicta quelques heures avant sa mort la réponse suivante : « Reddo gratias, illustrissimi Domini, ob honores tanto nimis quanto immeritis. Mihi rebera deficiunt vita collabitur, acceptis voluntatem pro facto. Cum corde pleno et gratissimo moriturus vos illustrissimi domini, saluto. » — Le professeur Tait communique un mémoire sur le vol des oiseaux, qui est la continuation d'une lettre de feu M. W. Fronde à Sir W. Thompson. Dans la partie antérieurement publiée de cette lettre, M. Fronde avait exposé cette idée que quand un oiseau s'élève ou plane sans mouvoir ses ailes, il doit exister effectivement un courant d'air de bas en haut dont l'oiseau doit profiter. Ainsi, dans le cas d'une mouette qui semble s'élever dans un calme plat, l'auteur démontre qu'en réalité cet oiseau vole dans des courants dirigés de bas en haut sur le front d'une brise qui s'avance. De même il explique que le glissement de l'albatros le long de la surface de la mer, pendant un jour calme, est dû à un déplacement de bas en haut de l'air qui a nécessairement lieu sur la houle de l'Océan. Dans la suite de sa lettre, actuellement communiquée, M. Fronde présente une suite d'observations sur ce fait que l'oiseau glisse sur cette portion de la vague et commence son coup d'aile, quand il passe en arrière ou quand la vague passe en avant. Au front d'une vague de 500 pieds de long et haute de 10, avançant avec une vitesse de 50 pieds par seconde, le maximum du déplacement de bas en haut atteint 3 pieds par seconde. Dans sa communication actuelle, M. Fronde traite aussi du vol de l'oiseau dans un coup de vent. Il croit que dans ce cas le vol est dû à la même cause que celle qui soulève effectivement de gouttes d'eau ou d'écume à des hauteurs de 40 ou 50 pieds. Des tourbillons se produisent dans l'air à la surface, et les courants ascendants dans les tourbillons se meuvent plus rapidement que les courants descendants. La partie ascendante proportionnellement moins d'étendue transversale; mais d'un autre côté la résistance est proportionnelle au cours de la vitesse de manière que le mouvement de bas en haut qui est communiqué à la goutte d'eau pendant qu'elle traverse les parties ascendantes est plus grand que le mouvement de haut en bas qui lui est communiqué quand elle traverse les parties descendantes. M. Fronde pense que ces faits expliquent aussi bien le vol des oiseaux dans un coup de vent. Sir W. Thompson, cependant, pense que cette cause, quoique probablement suffisante pour rendre compte de l'élévation des gouttes d'eau, produit seulement des effets de second ordre dans la suspension des oiseaux. Il pense que l'explication donnée par lord Rayleigh, qui semble n'avoir pas été connue de M. Fronde, que l'oiseau tire profit de la plus grande vitesse du vent aux niveaux supérieurs, et de la plus faible vitesse aux niveaux inférieurs, est la seule vraie. — Le professeur Tait lit une note sur le choc, continuation d'une série de notes sur le même sujet. Il établit que les solides peuvent être divisés en deux grandes classes relativement aux effets que produit un choc sur eux. Dans la première classe la durée du choc demeure constante, quelle que soit la déformation jusqu'à une certaine limite. Si cette limite est dépassée, la durée du choc devient plus rapide quand la déformation est accrue. De manière que la loi de Hooke (la déformation est proportionnelle à la force déformatrice) est satisfaite jusqu'à cette limite à partir de laquelle la force de réaction augmente plus rapidement que la déformation. Dans l'autre classe de substance, la durée du choc augmente d'abord, ensuite reste constante et finalement diminue, quand la déformation est continuellement accrue. Par suite, dans le premier état la force de réaction ne doit pas augmen-

ter aussi rapidement qu'augmente la déformation. Le liège est un exemple-type de la dernière classe, le caoutchouc vulcanisé de la première.

W. PREDIE.

Docteur de l'Université d'Édimbourg.

ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

Séance du 6 décembre 1890.

Le principal objet inscrit à l'ordre du jour de la séance du 6 décembre était la lecture des rapports des commissaires (le général Liagre, secrétaire perpétuel, M. Folie, directeur de l'Observatoire royal, le colonel De Teilly, commandant de l'Ecole militaire) sur les deux points suivants, qui avaient été soumis à la classe par le gouvernement : 1^{er} Est-il opportun que la Belgique adhère à la conférence que le gouvernement se propose de réunir à Rome pour examiner la proposition, faite par l'Académie de Bologne, en faveur de l'adoption de Jérusalem comme méridien initial? 2^e Quel est l'avis de l'Académie au sujet de l'adoption du système des fuseaux horaires en Belgique, et de l'heure de Greenwich non seulement pour les horaires des trains, mais pour la vie civile? Ces questions ayant déjà été traitées d'une manière détaillée dans la *Revue*, il suffira de dire ici que l'Académie a émis un vote affirmatif unanime sur le premier point, de même que sur l'adoption du système des fuseaux dans les horaires des trains, mais qu'elle a rejeté l'adoption de l'heure de Greenwich comme heure officielle dans la vie civile. Cette question, du reste, est loin d'être aussi mûre que le pensent quelques-uns, et l'on peut affirmer que le gouvernement belge ne prendra pas l'initiative d'une solution, même quant à l'application du système des fuseaux aux horaires des trains, avant qu'un accord préalable soit intervenu entre elle et les états voisins.

Séance du 13 décembre 1890.

Ont été élus : membre, en remplacement de M. Montigny : M. Le Paige, géomètre très distingué, professeur à l'Université de Liège; correspondant : M. F. de Rijdt, géomètre distingué, chargé de cours à la même Université; plus un certain nombre d'associés étrangers : MM. Cayley, de Cambridge; Fisiau, de Paris; von Baeyer, de Munich.

Séance publique du 16 décembre 1890.

M. Stas, l'éminent chimiste, directeur de la classe, s'est occupé de la nature de la lumière solaire. Après avoir rappelé les principaux faits connus sur la constitution du soleil, sa couleur bleue, dont on peut s'assurer en le regardant à travers une ouverture de deux millimètres de diamètre à bords très nets, pratiquée dans une plaque de cuivre, ses taches, leur nature, la faible densité de l'astre ($1/4$) qui renferme cependant des métaux très lourds (fer, manganèse, baryum, strontium, magnésium, zinc, nickel, cobalt, etc.), dont la présence n'y est, par conséquent, possible qu'à l'état de vapeurs, il a fait appel à ses souvenirs relatifs aux observations qu'il lui a été donné d'entreprendre sur le spectre solaire, avec le P. Secchi, au Collège romain. Il a constaté d'abord que la coloration rouge des protubérances est due à la présence des vapeurs de calcium et de magnésium, fait que Joung a vérifié au moyen du spectroscopie. Mais, de plus, il a reconnu, en 1879, qu'un spectre d'incandescence est essentiellement différent d'un spectre produit par des décharges électriques. Poursuivant ses recherches, il a reconnu qu'on ne peut reproduire les raies du sodium du spectre solaire dans un laboratoire qu'en faisant usage de décharges électriques disruptives, c'est-à-dire discontinues. La conclusion de ce discours est que la lumière du soleil n'est pas une lumière d'incandescence, mais qu'elle est, au contraire, produite par de l'électricité disruptive; conclusion très remarquable et qui éveillera au plus haut degré l'attention des hommes compé-

tents. — La seconde lecture a été faite par M. Le Paige, qui a exhumé de l'oubli un astronome belge presque complètement inconnu, Wendelin, né en 1580 dans le Limbourg, curé d'une modeste paroisse de la Campine, il avait su intéresser presque tous ses paroissiens aux observations astronomiques. Doué d'une grande pénétration, il avait remarqué l'influence de l'amplitude des oscillations du pendule sur leur durée ainsi que la variation de la durée de l'été à l'hiver. Au moment où l'astronomie allait seulement naître en Europe, il avait affirmé que la parallaxe du soleil ne pouvait pas être supérieure à 14'', estimation singulièrement approchée pour cette époque. Il fut très estimé de Gassendi, de Huggens, de Descartes et du P. Mersenne. Détail assez surprenant : il serait question de lui élever un monument sur la montagne de Lure, dans les Pyrénées, où il a passé plusieurs années de sa jeunesse comme précepteur dans une famille seigneuriale du pays. Si son nom s'y trouve un jour gravé sur la pierre, il le devra bien certainement à son historien, dont la correspondance échangée avec les habitants du pays, pour obtenir des renseignements sur Wendelin, leur aura fait connaître le mérite de l'astronome amateur belge qui fut plusieurs années leur hôte.

F. F.
Membre de l'Académie.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE BERLIN

Séance du 19 décembre 1890.

M. Glan présente un saccharimètre spectral de sa construction. Tandis que dans la plupart des saccharimètres on se sert de la lumière blanche ou monochromatique, l'appareil présent est destiné à mesurer la rotation du plan de polarisation pour chaque couleur du spectre. Il se compose d'un appareil de polarisation et d'un spectroscopie. Le premier se distingue des appareils ordinaires en ce que la pente est illuminée intensivement par une petite lentille de 1 centimètre de distance focale. La lumière est fournie par une lampe électrique ou par une bonne lampe de pétrole dont l'intensité est renforcée par un réflecteur conique. La lumière, polarisée par un nicol, traverse une lame circulaire dont une moitié est formée par une lame de quartz coupée parallèlement à l'axe du cristallographique. Derrière l'analyseur se trouve un prisme en flint qui fournit le spectre dont on peut séparer telle partie que l'on veut par un diaphragme et qu'on examine au moyen d'une petite lunette. L'observation se fait comme dans l'appareil de M. Laurent, en tournant l'analyseur jusqu'à ce que les deux moitiés de l'image soient de la même clarté. L'appareil fonctionne le mieux pour les rayons verts; pour les rayons rouges l'écart des différentes valeurs entre elles peut atteindre de 3 à 4 %. — M. Wien emploie le téléphone pour la mesure des courants. La membrane de fer est remplacée par une petite plaque d'argent ondulée comme celle d'un anéroïde; elle porte au centre un petit morceau de fer doux. A l'extérieur la lame porte un petit miroir très léger. Si un courant traverse la bobine du téléphone, le miroir est dévié. Cette déviation peut être assez agrandie à l'aide d'une projection sur une échelle, de sorte qu'une déviation d'un degré corresponde à un courant de 10^{-3} ampères. Quant à la mesure de courants alternatifs, il faut se servir d'un artifice pour que le rythme des interruptions du courant et des vibrations de la membrane du téléphone soit identique. On atteint facilement ce but en employant comme interrupteur un monocrorde. — M. Reichel décrit une expérience de cours destinée à comparer les méthodes statique et dynamique pour la mesure des forces. La poussée d'un jet d'eau horizontal est équilibrée par des poids. La vitesse est $v = \sqrt{\frac{2p}{\rho}}$.

On vérifie avec une exactitude de 1 à 2 % la formule $mv = p\rho$.

Séance du 9 janvier 1891.

M. Liebreich répète devant la Société ses expériences sur l'espace mort, que j'ai décrites dans le compte-rendu de la séance du 27 novembre 1890¹.

D^r HANS JAHN.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 18 décembre 1890.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. L. Gegenbauer. Sur la théorie des fractions continues régulières. — M. Gustave Kohn. Sur quelques propriétés projectives des polygones de Poncelet. — M. E. Weiss. Sur la comète découverte par M. Spitaler le 17 novembre. L'état du ciel n'a permis aucune observation à Vienne pendant la fin de septembre et les premiers jours de décembre, mais, à partir du 4 décembre, M. Spitaler a réussi à retrouver la comète qu'il avait découverte. Il résulte des observations que la trajectoire doit être une ellipse parcourue en 6 ans 1/2. La comète était à la fin de 1887 très près de Jupiter et s'éloigne depuis 6 ans de cette planète. Les éléments présentent une grande analogie avec ceux de la comète périodique de Tempel, avec cette différence toutefois que les longitudes du périhélie diffèrent de 180°; ils présentent aussi une analogie avec ceux de la comète de Faye, la position des nœuds étant intervertie.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. Adler. Sur une conséquence des théories de Poisson et de Morotti. Les théories de Poisson sur la polarisation magnétique et de Morotti sur la polarisation diélectrique établissent une relation entre le coefficient d'aimantation ou entre la constante diélectrique $K = 1 + 4\pi k$, et la fraction du volume de la substance, g , qui est occupée, par la molécule polarisée. On a, dans les deux cas, $k = \frac{3g}{4\pi(1-g)}$.

Dans son mémoire, l'auteur montre que, par une simple différenciation de cette formule on peut déduire la relation entre la variation de la constante diélectrique ou du coefficient d'aimantation, quand la densité du corps change. Par la différenciation par rapport au volume v occupé par la substance, on obtient la constante introduite par Helmholtz et Kirchhoff pour représenter la force de compression sur les corps polarisés magnétiquement et diélectriquement :

$$\rho' = \frac{\partial K}{\partial \log v} = -K \left(1 + \frac{4\pi K}{3} \right)$$

Il est alors possible de déterminer expérimentalement si la variation de k avec la densité est d'accord avec la théorie de Poisson. Les faits établis par Boltzmann dans ses recherches sur la variation de la constante diélectrique du gaz avec la pression concordent parfaitement avec les résultats déduits de la formule. Au contraire, les expériences de Guincke sur la variation de volume des liquides polarisés rendent peu vraisemblable l'exactitude de la formule; elles donnent le plus souvent K' comme constante. Il résulte de là que la formule de Poisson et de Morotti ne saurait être appliquée que dans le cas des gaz, si l'on en veut tirer des conséquences relativement au volume occupé par les molécules, par exemple et à la grandeur de ces molécules. — M. J. M. Ferner. Observations anémométriques au sommet du Sonnhlick et dans quelques autres stations de montagne. L'auteur étudie la marche journalière et les variations annuelles des vents au moyen des observations effectuées depuis septembre 1887 au Sonnhlick, et compare les résultats à ceux obtenus dans d'autres stations, en particulier dans les observatoires français du Pic du Midi, du Puy-de-Dôme, et de la Tour Eiffel. — M. G. V. Niessl. Détermination de la trajectoire du grand météore du 17 janvier. Vers 5 h. 11 de temps moyenne Vienne le 17 janvier éclata sur l'Au-

¹ Voyez à ce sujet la *Revue* du 30 décembre 1890, t. I, p. 795.

triche un grand météore qui forma ensuite une longue colonne de 190 kilomètres visible pendant au moins un quart d'heure; on n'a pu encore trouver les météorites tombés mais on a pu faire les observations suffisantes pour déterminer la trajectoire du météore. — **M. Ch. Gross.** *Recherches chimiques sur le soufre.* L'auteur a obtenu par combustion du lait de soufre un résidu carboné d'où il a pu séparer une substance qu'il désigne par l'indice α et qu'il considère comme un produit de décomposition. En introduisant du sulfate de plomb dans du chlorate de potasse fondu, il se produit une réaction violente; de l'oxyde de plomb se sépare et l'on sent l'odeur du chlore; si l'on introduit ensuite la masse refroidie dans une cornue en verre peu fusible et que l'on chauffe dans un gaz, inerte, le nitrate d'argent précipite par les gaz; au contraire le nitrate de baryte reste limpide. La masse cristalline obtenue dans le premier traitement se dissout dans l'acide azotique étendu sans précipitation de sulfate de plomb, mais l'eau sulfurique ne produit un léger trouble. En opérant sur de plus grandes quantités avec une partie de sulfate de plomb, pour douze de chlorate de potasse, on a obtenu une solution α dans l'acide nitrique que l'on a traitée par l'acide sulfurique ou par le sulphydrate d'ammoniaque de manière à ce qu'elle reste acide, on filtra; le liquide β ainsi obtenu renferme simplement des traces de plomb; on ajoute de la potasse en grand excès, il se sépare un précipité légèrement coloré par du fer; le liquide surnaissant est traité par l'acide chlorhydrique étendu et précipité de nouveau par la potasse en excès. Après différents traitements on arrive à une poudre grise insoluble dans les acides chlorhydrique et azotique et même dans l'eau régale; après l'avoir purifiée des traces de plomb et de fer, on obtient un produit que l'auteur désigne par l'indice β , qui n'est plus attaqué par le chlorate de potasse et dont il se propose de continuer l'étude.

Emile WEYR,
Membre de l'Académie.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séance du 21 décembre 1890.

Aucun des mémoires présentés à cette séance ne ressortit aux sciences mathématiques, physiques et naturelles.

Séance du 4 janvier 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. Cerruti.** Sur la déformation d'un corps élastique isotrope. — **M. Bianchi.** Sur les surfaces, dont les sections faites avec un système de plans parallèles, coupent les lignes de courbure sous un angle constant. — **M. Tacchini** donne le résumé des observations solaires faites à l'Observatoire du Collège romain, pendant le quatrième trimestre du 1890. Les taches solaires n'ont pas été aussi fréquentes que dans le trimestre précédent, mais le phénomène fut bien plus remarquable que dans la période signalée par M. Tacchini comme correspondant au vrai minimum. L'accroissement des protubérances a continué, et l'on peut dire que, autant pour les taches que pour les protubérances solaires, la période du minimum est passée. — **M. Millosevich** expose une série d'observations qu'il a exécutées du 6 novembre au 14 décembre 1890, sur la comète découverte à Palerme par M. Zona, le 15 novembre 1890. Cette comète, qui a un très faible éclat, présente la particularité d'avoir une distance du périhélie qui a été seulement dépassée jusqu'ici par six autres comètes. — **M. Zona**, directeur de l'Observatoire de Palerme, entretient l'Académie des résultats qu'il a obtenus en exécutant des observations, avec un instrument, des passages de Bamberg, pour déterminer, avec les méthodes modernes, la latitude de Palerme. A l'aide de ces observations, faites en septembre et octobre 1890, M. Zona a reconnu que la latitude de Palerme est $L = 38^{\circ}, 6', 44'', 525$; cette lati-

tude, reportée au point occupé dans l'Observatoire par le cercle de Ramsden, dont faisait usage l'astronome Piazzi, devient $37^{\circ}, 6', 44''$, valeur qui, depuis plus d'un siècle est admise comme celle de la latitude de Palerme, et qui, en conséquence, n'a présenté aucune variation. — **M. Giacomelli** donne la troisième série des mesures micrométriques d'étoiles doubles, exécutées à l'Observatoire du Capitole.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. Tacchini** donne communication d'autres recherches exécutées par M. Agamennone sur la tour du Collège romain, avec la séismomètregraphe Brassart. Les observations prouvent encore mieux ce qu'il avait annoncé dans une autre note; c'est-à-dire que le passage des soldats à plus de 150 mètres, et le contre-coup des mines que l'on fait sauter à plus d'un kilomètre de distance, peuvent faire entrer en sensible oscillation les instruments enregistreurs. M. Tacchini insiste sur la nécessité de construire les observatoires géodynamiques hors des villes, dans des localités où, sur un rayon suffisant, n'existent point des causes perturbatrices. En donnant une extrême sensibilité aux appareils, on a vu au Collège romain que les séismomètres sont capables d'enregistrer les plus faibles frémissements du sol. — **M. Cancani** présente les résultats obtenus en examinant les observations microscismiques et celles sur la vitesse du vent, exécutées dans les Observatoires géodynamiques de Rome, de Rocca di Papa, de Florence, et de Spinea di Mestre. Il en déduit que la plus grande partie des mouvements que l'on peut observer sur les pendules tromométriques sont dus exclusivement à l'action du vent. — **M. Gratiowitz** adresse une note sur les observations marégraphiques qu'il continue, depuis trois années, dans le port d'Ischia. Il a déterminé la moyenne du niveau de l'eau dans ce port et des oscillations dues, séparément, à l'action du Soleil et de la Lune. — **M. Cossa** a obtenu, en faisant agir sur le sel vert de Magnus une solution concentrée et bouillante de nitrate ammonique, un nouvel isomère; ce corps possède les propriétés de la combinaison d'une molécule de chlorure de platosemiamine avec deux molécules d'un chlorure d'une nouvelle base du platine, qui contient une seule molécule d'ammoniaque, et à laquelle il a donné le nom de *platosemiamine*. M. Cossa a préparé, avec des procédés différents, les dérivés de la nouvelle base, et il a commencé des recherches pour obtenir des combinaisons de bases platiniques d'éthylamine et de pyridine, homologues aux combinaisons de la base qu'il a découverte; il est réussi à préparer un composé très intéressant, formé par une nouvelle base du platine analogue à la platosemiamine. — **MM. Menozzi et Appiani** ont établi des recherches dans le but de passer de l'acide glutamique à la glutamine, et pour comparer la glutamine obtenue de cette manière avec la glutamine que l'on a trouvée dans plusieurs végétaux et que, par exemple, M. Menozzi a tirée des bourgeons de citrouilles qui ont poussé dans l'obscurité. — **M. Marino Zucco** décrit un nouveau procédé d'extraction de la *chrysanthénine*, alcaloïde qu'il a découvert dans les fleurs du *chrysanthemum cinerariaefolium*. Il ajoute avoir reconnu que cet alcaloïde n'a aucune action nuisible sur les animaux, et qu'il peut donc avoir origine à plusieurs combinaisons, dont M. Marino Zucco s'occupe particulièrement. — **M. Fileti**, avec la collaboration de M. Amoretti, traite dans une note des principaux dérivés de l'acide isopropylphénylglycolique; dans un autre travail M. Fileti étudie la parapropylisopropylbenzène. — **M. Errera** a étudié l'action du chlorure de cromile sur le cymène.

3^o SCIENCES NATURELLES. — **M. Pigorini** a poursuivi les fouilles du terremare de Castellazzo de Fontanellato (dans la province de Parme). Ce terremare est quadrilatère, et formé par un pilotis à l'intérieur, entouré par un rempart et par un fossé; il recouvre une surface de plus de 19 hectares. A la station, qui est la plus grande du groupe à qui elle appartient, on arrivait au

moyen d'un pont en bois qui, si l'on se reporte à la position des troncs d'arbres dont on a trouvé les restes, avait une largeur de 30 mètres. Ce pont, qui s'élevait au milieu du côté méridional du quadrilatère, fait penser à l'existence d'une route, le *decumanus*, qui devait traverser la station en la partageant en deux emplacements égaux. Le fossé était toujours rempli par l'eau d'un petit torrent qui existe encore, et il y avait un canal d'écoulement dont on a découvert les traces. — M. De Stefani rappelle que dans le Monteliano on trouve une arenaire siliceuse appelée *verruca*, dont

l'âge avait donné origine à des discussions. Ayant su que dans la localité susdite on faisait usage d'une matière noire qui servait à la peinture et comme combustible, M. de Stefani a voulu visiter le petit dépôt d'anthracite; il a retrouvé de nombreux restes de végétaux fossiles qui, comme le genre *Lepidodendron*, sont exclusifs au carbonifère, ou sont identiques aux espèces trouvées dans le carbonifère supérieur. Cette découverte confirme l'opinion de M. Merzighini qui, déjà en 1851, attribuait le *verruca* au carbonifère.

Ernesto MANCINI.

COURRIER DE GENÈVE

1. — Nous aussi, nous avons eu nos congrès. Je ne vous parlerai pas de celui d'Odontologie (4-6 octobre, Genève), car le sujet en est trop spécial; je ne puis cependant passer sous silence une intéressante communication que M. Magitot y est venu faire sur les mutilations des dents chez les différents peuples. Depuis la taille déformée par le corset des Européennes jusqu'au pied des Chinois, il semblerait qu'il restât peu de chose à apprendre sur les goûts de l'humanité; mais hélas! les sauvages nous préparent bien d'autres surprises. Que certains nègres ne trouvent pas leurs négresses à leur goût — et vice versa — cela pourrait se comprendre; mais qu'ils essaient de remédier à cela en se mutilant les dents, voilà qui paraît plus extraordinaire.

Les méthodes de mutilation qu'on rencontre sont les plus diverses; on peut les subdiviser en six groupes: la fracture, l'ablation, le limage, les incrustations, l'abrasion et le prognathisme artificiel. M. Magitot appuie, par l'existence des mêmes mutilations sur la côte orientale d'Afrique et les terres correspondantes de l'Océan Indien, l'hypothèse que ces parties n'étaient pas primitivement séparées par la mer.

2. — La soixante-treizième session de la Société Helvétique des sciences naturelles (18 août, Davos) a été des plus fécondes. Nous relèverons, comme intéressant plus particulièrement les lecteurs de la *Revue*, l'importante communication du P^r Béreanck de Neuchâtel, sur l'œil primitif des vertébrés. Pour trouver un lien entre l'œil cérébral ou encéphalique des Vertébrés et l'œil ectodermique des Invertébrés, l'auteur passe en revue les différentes hypothèses émises sur l'origine de l'œil complexe des Vertébrés. A ce sujet aucune des théories proposées ne lui paraît satisfaisante: celle de Ray-Lan-caster qui admet que l'œil primitif des Vertébrés devait ressembler à celui des Tuniciers; la théorie de Balfour, d'après laquelle la rétine s'est trouvée comprise dans l'invagination qui a produit le canal nerveux central; celle de Dohrn où l'œil représente une transformation d'une fente branchiale et de muscles branchiaux; celle de Nuel, pour lequel le nerf optique est l'homologue d'une ou plusieurs racines postérieures et la rétine l'homologue d'un ou de plusieurs ganglions; enfin l'hypothèse de Baldwin Spencer qui compare les yeux paires à l'œil pincal des Sauriens et les attribue comme ce dernier à une évagination de la vésicule cérébrale antérieure. Aucune de ces théories ne donne la solution de la question de savoir si le développement des éléments récepteurs de la lumière aux dépens de la vésicule cérébrale antérieure constitue le caractère primordial de l'œil des Vertébrés, ou si ce n'est qu'une adaptation secondaire. En partant du fait que l'œil des Vertébrés forme une exception unique parmi tous les organes des sens de la série animale, tous d'origine ectodermique; que l'analogie de l'œil des Vertébrés avec celui de certains Lamellibranches, les Peignes et les Onchides qui semblent constituer une forme de passage, n'est qu'apparente, puisque l'œil de ces derniers est purement tégumentaire, l'auteur insiste sur le fait que l'œil primitif des Vertébrés a dû être également tégumentaire. Et comme il existe dans l'œil des Vertébrés

un organe de provenance ectodermique. — le cristallin, — M. Béreanck arrive à la conclusion que c'est justement le cristallin qui a dû servir primitivement de vésicule optique. En effet, est acquis: 1° que le cristallin des Vertébrés est cellulaire et formé par une invagination de l'ectoderme; 2° qu'à un certain stade de son évolution il est comparable à la vésicule optique de certains Mollusques et Annelides; 3° que le mode de développement des fibres du cristallin est spécial aux Vertébrés; pour ces raisons le cristallin des Vertébrés ne peut pas être homologué à celui des Invertébrés chez lesquels cet organe ne montre pas de structure et doit être considéré comme une formation cuticulaire

— exception faite pour les Peignes et les Onchides, où le cristallin est cellulaire, mais d'origine conjonctive. M. Béreanck trouve la confirmation de son hypothèse dans le fait que le cristallin pendant son développement prend la forme de vésicule (l'exception signalée par Gotte, que chez les Amphibiens le cristallin se formerait non par invagination, mais par épaississement de l'ectoderme, n'existe pas, d'après l'auteur: Balfour du reste avait déjà mis en doute cette exception). Cette vésicule cristalliniennne se forme de la même façon que l'œil des Gastéropodes, des Céphalopodes, de certaines Annelides. La production même des fibres du cristallin qui se forment aux dépens de la paroi interne de la vésicule, s'explique par cette hypothèse, car, d'après celle-ci, la paroi interne de la vésicule cristalliniennne servait anciennement de rétine et était composée de bâtonnets rétinienis qui n'ont fait plus tard que se transformer en fibres du cristallin, tandis que la partie externe de la vésicule servait de milieu réfringent. Plus tard l'évagination encéphalique a entouré l'œil primitif tégumentaire et s'est transformée en rétine secondaire en substituant celle du cristallin.

3. — Depuis une dizaine d'années il y a une discussion pendante entre M. Colladon et M. Faye sur les trombes d'air et d'eau et sur la direction des courants qui s'y produisent; d'après ce dernier savant les tourbillons d'eau qui se forment dans le courant d'un fleuve sont toujours descendants et ont leur bouche en haut et leur axe vertical, tandis que, d'après M. Colladon, les trombes d'air et d'eau peuvent dans certaines conditions être ascendantes. Il s'est produit ces derniers temps à Genève un fait intéressant qui a fourni à M. Colladon de nouveaux arguments en faveur de sa théorie. Chacun a pu voir en passant par le pont de la Machine qui domine les forces motrices du Rhône, dont Genève s'enorgueillit à bon droit, un phénomène très curieux qui se produit le long du barrage à rideaux construit en amont et le long de ce pont. Dans des conditions données, un certain nombre de rideaux étant abaissés, tandis qu'aux extrémités ils sont relevés, il se produit à chaque extrémité ouverte une trombe ou tourbillon dont la bouche est dirigée en bas. Un peu plus haut les trombes deviennent cylindriques, horizontales et tendent à se réunir entre elles. Ce phénomène, auquel le peuple a donné le nom de « serpent d'eau » a été étudié d'une façon très complète par M. Colladon. La profondeur moyenne de la veine horizontale était d'environ 50 cen-

timètres. En essayant d'interrompre la veine à l'aide d'une pelle parfaitement plane et triangulaire, à long manche, la veine cessait d'être continue, dès que la partie qui la frappait dépassait trois ou quatre centimètres. Un manomètre monté sur des tubes à gaz longs de 5 mètres montait brusquement par une aspiration de 30 à 40 centimètres d'eau, dès que le tube pénétrait dans la partie centrale de la veine. En voulant déterminer la longueur maxima que peut atteindre le barrage, on a pu se convaincre que le phénomène se produit assez facilement à 12 m., 75 et même à 15 m., 08, mais qu'au delà de cette distance, à 17 m., 42, c'est-à-dire en abaissant 15 rideaux continus, il se produit deux tronçons qui ne se rejoignent plus et le phénomène même ne dure qu'un instant. M. Colladon insiste sur le fait que ce tube d'air parfaitement cylindrique de 1,500 centimètres de longueur horizontale était formé par deux tourbillons horizontaux qui tous deux avaient leurs bouches à un niveau inférieur, dans la partie ouverte par laquelle l'eau s'écoulait.

4. — Les recherches de Stahl (1883) ont montré qu'il y a une différence notable entre les feuilles des végétaux exposées à la lumière et celles qui se trouvent à l'ombre. Il était intéressant de savoir si l'influence du climat et de l'altitude se fait également sentir dans la structure intime des feuilles. M. Leist a donc étudié comparativement la structure microscopique des feuilles d'une trentaine d'espèces de la plaine et des mêmes plantes croissant dans les montagnes. Les recherches portent sur des plantes de familles différentes, des arbres, des buissons, des herbes, des plantes cultivées, mais toujours sur des feuilles dont le parenchyme se divise en deux parties : parenchyme en palissade et parenchyme lacuneux. Les feuilles alpines sont en premier lieu moins épaisses que les feuilles de la plaine. Les plantes à feuilles épaisses et charnues sont, il est vrai, plus fréquentes sur les

Alpes, mais chez la même plante les feuilles deviennent moins épaisses, à mesure que croît l'altitude. En même temps la surface des feuilles augmente en général. Dans la structure microscopique de la feuille on distingue deux cas : 1° le nombre des couches de cellules du parenchyme en palissade ne varie pas, mais les cellules mêmes sont plus courtes et plus larges chez les plantes alpines ; 2° le nombre de ces couches diminue. Des feuilles ayant des palissades dans la plaine peuvent les perdre sur les hauteurs (*Soldanella alpina* et *pusilla*), des feuilles isolatérales peuvent devenir bifaciales. La structure des feuilles devient plus lâche, le nombre et le volume des lacunes augmente. Les caractères des feuilles alpines poussant en plein soleil sont donc les mêmes que ceux des feuilles poussant à l'ombre dans la plaine, tels que les a décrits Stahl. Des plantes croissant à de très grandes hauteurs (plus de 2000 mètres) présentent, il est vrai, des feuilles diminuées de volume, mais on a affaire dans ce cas à un phénomène d'étiollement.

Comme caractère distinguant les feuilles alpines des feuilles poussées à l'ombre dans la plaine, il faut noter l'épaississement de la cuticule. Ces caractères distinctifs des feuilles alpines se développent même chez des plantes annuelles et dépendent par conséquent d'influences directes.

Par des expériences sur des plantes tenues sous cloche ou non, à la lumière ou à l'ombre, M. Leist a pu se convaincre que la structure des feuilles alpines est due à l'humidité plus grande de l'air et du sol sur les hauteurs, accroissement d'humidité mis hors de doute par les observations météorologiques.

Cette hypothèse est confirmée par le fait que des plantes poussant sur la moraine du glacier du Stein et du Steinlimmi présentent des caractères intermédiaires : les glaciers exercent en effet une action desséchante sur l'air.

D^r H. CRISTIANI.

CHRONIQUE

LA CHIMIE A L'ASSOCIATION BRITANNIQUE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

Au dernier Congrès de l'Association britannique, tenu en 1890, les communications sur la chimie ont été particulièrement nombreuses et intéressantes. Nous nous bornerons à signaler les plus importantes :

D^r J. H. Gladstone et G. Gladstone : Sur la réfraction et la dispersion de la benzine fluorée et des composés analogues. Le fluor se comporte tout différemment du chlore, du brome ou de l'iode. Il réfracte à peine les rayons lumineux et possède la propriété de détruire la dispersion produite par les autres substances.

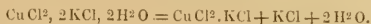
MM. Bailey et Kead ont étudié l'action des hautes températures sur les oxydes métalliques. Les recherches sur l'oxyde de cuivre avaient été déjà présentées à la Société chimique de Londres. Ces savants ont opéré depuis sur plusieurs autres oxydes. A une température élevée, dans une atmosphère oxydante, V²O⁵ se transforme en V²O³ ; MoO³ perd de l'oxygène et se transforme en l'oxyde bleu de molybdène, SnO² perd une faible partie de son poids ; Bi²O³, PbO, WO³ restent inaltérés.

Le docteur Bailey a lu un mémoire sur le spectre des sels halogénés de didyme.

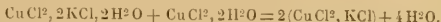
Le professeur Armstrong a présenté le cinquième rapport du comité sur les dérivés isomériques de la naphthaline. Bien que 13 dichloronaphthalines aient été décrites, il n'en existe que 10 et sur 14 dérivés trisubstitués possibles, 13 ont été obtenus.

M. J. H. Van't Hoff : Sur l'influence de la chaleur sur le chlorure cupropotassique et ses dissolutions saturées.

Les cristaux bleus CuCl², 2KCl, 2H²O chauffés à 100° changent de couleur. Cela tient à la formation d'un sel brun CuCl², KCl d'après l'équation :



Le même composé peut être obtenu à température plus basse en chauffant le sel double bleu avec du chlorure cuivrique. On a alors la réaction



Les deux transformations sont réversibles. Les températures de transformation, 93° et 56°, ont été déterminées par l'étude de variations de volume. Ces deux températures sont situées au point de rencontre de trois courbes de solubilité dans chaque cas, savoir :

A 56° la courbe du système CuCl², 2KCl, 2H²O : CuCl², 2H²O

Celle du système CuCl², 2KCl, 2H²O : CuCl², KCl

Celle du système CuCl², KCl : CuCl², 2H²O.

A 93° la courbe du système CuCl², 2KCl, 2H²O : KCl

Celle du système CuCl², 2KCl, 2H²O : CuCl², KCl

Celle du système CuCl², KCl : KCl.

Enfin, ces températures sont caractérisées par l'intersection de 4 courbes de tensions de vapeur, savoir :

A 56° les courbes des trois systèmes cités et de plus celle du mélange sec de sel double bleu et de chlorure de cuivre.

A 93° les courbes des trois systèmes cités et celle du mélange sec du sel double bleu et de chlorure de potassium.

Le D^r Richardson a lu le rapport du comité chargé d'étudier l'action de la lumière sur les hydrides et les halogènes en présence de l'oxygène. Il a trouvé que la présence de 10% d'acide chlorhydrique empêche l'altération de l'eau de chlore au soleil. De nombreuses

¹ Travail communiqué à la *Naturforschende Gesellschaft* à Bern, 1890.

expériences, non encore terminées, ont été faites sur l'altération au soleil de solutions aqueuses de brome et d'iode.

MM. Living et Dewar : Expériences sur l'explosion de mélanges gazeux sous de fortes pressions. L'éclat de la flamme augmente constamment avec la pression. Quand l'hydrogène fait explosion avec un excès d'oxygène, les petites quantités d'azote contenues comme impuretés dans les gaz, sont transformées en acide azotique et bioxyde d'azote. Avec un excès d'hydrogène il se forme de l'ammoniac.

MM. Dixon et Barker : Sur l'explosion du mélange d'hydrogène et de chlore à l'état sec et humide. La vapeur d'eau ne semble pas intervenir.

Le docteur Turpin a lu un mémoire sur la combustion des mélanges gazeux explosifs. La méthode employée a été celle de MM. Mallard et le Châtelier¹. Elle a été appliquée aux mélanges de vapeurs de sulfure de carbone avec l'oxygène et divers autres gaz. M. Turpin trouve dans certains cas une discontinuité entre la combustion lente et l'explosion ; dans d'autres cas il y a entre les deux phénomènes une gradation complète.

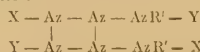
Le rapport du comité sur les propriétés des solutions a été lu par le docteur Nicol. On a complété les expériences sur la solubilité d'un sel dans une solution d'un autre sel. En général la solubilité est moindre que dans l'eau.

Le professeur Pickering a soulevé une discussion sur la nature de la dissolution et ses relations avec la pression osmotique. Il compare les deux théories en présence, la théorie de l'hydratation et la théorie physique réunie actuellement à celle de la pression osmotique et conclut à la supériorité de la première. Ses conclusions sont contestées par MM. Fitzgerald, Ostwald, et Lodge.

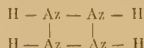
MM. Green, Cross et Bevan ont décrit une méthode de teinture et d'impression photographique. Le composé diazoïque de la primuline est décomposé par la lumière et perd alors la propriété de se combiner avec les phénols et les amines en produisant des matières colorantes. Une étoffe imprégnée de ce corps est exposée à la lumière sous un cliché, et le dessin est développé ensuite au moyen d'un phénol ou d'une amine.

Le professeur Thorpe a démontré que les effets physiologiques ordinairement attribués au phosphore sont dus en réalité à l'oxyde phosphoreux.

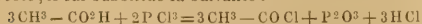
M. Meldola a attribué aux composés diazo-amidés la formule suivante :



et les a considérés comme des dérivés de la tétramine hypothétique :

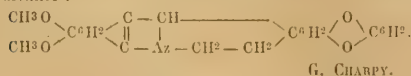


M. Bothamley a montré que l'équation généralement adoptée pour représenter l'action du trichlorure de phosphore sur les acides organiques et l'eau est incorrecte ; il lui substitue la suivante :



Quand on prend un acide de poids moléculaire élevé, la réaction devient beaucoup plus complexe.

Les recherches de M. Perkin Junior sur la berbérine l'ont conduit à admettre pour cet alcaloïde la formule suivante :



SUR UN PROCÉDÉ D'ORTENTION DES MICROPHOTOGRAPHIES DESTINÉES À LA PROJECTION

Les images positives photographiques utilisées jusqu'ici pour la projection manquent de transparence et ne reproduisent pas les couleurs de la préparation qui a servi à les obtenir.

MM. A. et L. Lumière, fabricants de plaques photographiques à Lyon, ont obtenu des photographies présentant la double coloration, en combinant les procédés photographiques avec les méthodes de coloration des préparations microscopiques. Ils impriment l'image par le procédé au charbon sur un papier renfermant peu de matière colorante et l'immergent au préalable, afin de le sensibiliser, dans une solution dont la température doit être de + 15° et qui se compose de :

Eau.....	650
Bichromate de potasse.....	25
Alcool.....	250

Après 5 minutes d'immersion, le papier est séché dans l'obscurité, puis exposé à la lumière sous le châssis-presse pendant un certain temps. L'image est alors développée d'après les méthodes connues ; après avoir reporté la mixture colorée sur un verre doux, on la dépouille ; on lave l'éprouve à l'eau froide, puis on l'immerge 10 minutes dans l'alcool et on la laisse sécher. L'image obtenue doit être faible, elle sera même parfois peu visible.

Pour la colorer on prépare des solutions aqueuses des couleurs employées en micrographie telles que le violet et le bleu de méthyle, le violet de gentiane, le bleu coton, le rouge de Magenta, le nacarat, la safranine diméthylée, le vert malachite, etc.

La concentration varie entre $\frac{1}{100}$ et $\frac{1}{500}$ suivant la solubilité et le pouvoir colorant. On peut aussi employer une quantité d'alcool très faible pour dissoudre la substance et l'étendre ensuite avec de l'eau.

On verse la solution colorée sur l'image jusqu'à ce que la coloration soit bien nette ; s'il y a un excès, on lave à l'eau et à l'alcool si l'action de l'eau est insuffisante, et on ramène la teinte au point voulu.

Pour obtenir la double coloration, on verse d'abord sur l'image une teinture rouge intense, mais qui puisse se décolorer partiellement par le lavage (1). Quand la coloration est bien nette on lave pour décolorer jusqu'à ce que le fond commence à perdre sa teinte ; on traite alors de nouveau par la teinture qui doit colorer le fond. Pour cela on emploie une solution faible de bleu coton. On fait disparaître le grain du verre dépoli en vernissant l'image avec :

Benzine.....	300
Gomme Dammar.....	5

que l'on applique à froid à la manière du collodion. On peut prendre un verre poli, mais il y a à craindre des décollements de l'image.

Les clichés ainsi obtenus présentent une netteté de contours et de coloration remarquable et donnent par la projection une idée absolument exacte des préparations qu'ils représentent.

MM. A. et L. Lumière ont donc ainsi réalisé un grand progrès dans les photomicrographies pour projections.

C. NAUD.

A la dernière séance de l'Académie des Sciences, la Section d'Economie rurale a présenté pour succéder à M. Péligot :

En 1 ^{re} ligne :	M. AIMÉ GIRARD.
En 2 ^e ligne, et par ordre alphabétique :	M. CHAMBERLENT.
	M. MUNTZ.

L'élection aura lieu lundi prochain.

(1) La solution à $\frac{1}{100}$ de rouge de Magenta est dans ce cas.

Le Gérant : OCTAVE DOIN.

¹ Travaux de la commission du grisou. (Température d'inflammation). *Revue* du 15 septembre 1890, p. 540.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LA PHOTOGRAPHIE DES OBJETS A TRÈS GRANDE DISTANCE

PAR L'INTERMÉDIAIRE DU COURANT ÉLECTRIQUE

Après l'article de M. Mathias dans la *Revue* du 30 décembre 1890, t. I, p. 798, sur la *transmission instantanée des images par l'électricité*,¹ qui indique nettement l'état actuel de la question, les lecteurs de la *Revue* trouveront peut-être quelque intérêt à une discussion plus serrée du problème pratique à résoudre, et des difficultés qu'on rencontrera; plusieurs pourront probablement être levées, mais une au moins me paraît encore insurmontable.

I

C'est par celle-ci que je veux commencer : *L'image transmise doit paraître nette, vue à l'œil nu à une distance de trente ou quarante centimètres*; c'est de cette condition qu'il faut bien voir les conséquences en se rappelant que le seul procédé imaginé jusqu'ici pour la transmission des images par un seul fil, consiste dans la transmission successive des éclaircissements d'une série de points formant mosaïque en un temps total qui reste indivisible pour l'œil. Pour que le modelé soit conservé, et qu'en même temps les traits de l'objet, au lieu de former une série de taches disjointes, présentent une réelle fermeté de tracé, il faudrait certainement ne pas donner plus d'un vingtième de millimètre ($0^{\text{mm}},05$) de diamètre à la tache mobile dont le déplacement engendre l'image; il faudrait donc décrire l'image par

bandes d'un vingtième de millimètre de largeur exactement juxtaposées; le long de chacune de ces bandes, pour un déplacement d'un vingtième de millimètre au plus, le disque lumineux devrait changer complètement d'éclairement comme les divers points de l'objet à reproduire. Si l'on veut une reproduction fidèle, il faut donc douer l'appareil de transmission d'une obéissance assez rapide et d'un amortissement assez considérable pour qu'il ait acquis complètement l'éclairement du point de l'objet qui l'actionne actuellement et perdu complètement l'éclairement du point qui l'actionnait tout à l'heure, pendant le temps que le disque lumineux met à se déplacer d'un vingtième de millimètre.

Tâchons de nous faire une idée de ce temps si court, et bornons notre ambition par exemple à la production d'une image nette pour l'œil nu, de quatre centimètres de côté, à peu près le carré circonscrit à une pièce de cinq francs en argent. Cette surface de seize centimètres carrés contient 800 bandes d'un vingtième de millimètre de hauteur; chacune de ces bandes est décrite en $\frac{1}{800}$ du temps nécessaire pour couvrir la surface entière, et le déplacement d'un vingtième de millimètre du disque le long d'une des bandes se fait en

$$\frac{1}{800 \times 800} = \frac{1}{640.000} \text{ de ce temps.}$$

Si l'on veut transmettre l'image par un seul fil et donner à l'œil l'illusion de l'existence simultanée de toutes les

¹ N'oublions pas qu'il ne s'agit que des images en blanc et noir, et nullement des différences de coloration.

parties de l'image, il faut que le disque lumineux décrive toute la surface en moins d'un dixième de seconde.

Ainsi pour produire une image lumineuse, nette à l'œil nu, de quatre centimètres de côté seulement, il faut que l'appareil de transmission obéisse complètement aux changements d'éclairement auxquels il est soumis en moins de $\frac{1}{5.000.000}$ de seconde en nombre rond.

Il est nécessaire qu'il ait pris en ce temps si court l'état permanent qu'il atteindrait par la continuation du même éclairement, car il est nécessaire qu'il ait perdu toute trace de l'éclairement subi 2×10^{-7} seconde auparavant, sans quoi une teinte plate serait traduite par une teinte dégradée, au moins sur ses bords.

A la rigueur, on peut espérer obtenir cette rapidité dans l'organe récepteur, mais par un seul moyen, la rotation magnétique du plan de polarisation, qui, d'après les expériences de MM. Bichat et Blondlot, obéit aux variations d'intensité du courant avec un retard certainement inférieur à $0,33 \times 10^{-11}$ de seconde et peut être beaucoup plus faible. Mais que peut-on espérer de l'appareil transmetteur qui jusqu'à présent est le sélénium? Tout ce qu'on sait, c'est qu'il peut transmettre des paroles dont l'articulation est reconnaissable pour l'oreille; j'ose à peine hasarder un nombre, mais il semble qu'en supposant une obéissance parfaite en $\frac{1}{1.000.000}$ de seconde, on obtiendrait une netteté d'articulation absolue, et que l'attribuer au sélénium, c'est faire une hypothèse trop favorable. C'est tout au plus s'il serait possible de couvrir en 0,1 seconde une surface cinquante fois plus petite que celle admise, soit cinq millimètres sur six environ en conservant la même netteté, ou la même surface de quatre centimètres sur quatre, avec une netteté bien insuffisante, le disque lumineux ayant $\frac{1}{3}$ de millimètre de diamètre et ne changeant complètement d'éclairement qu'après un déplacement d'un tiers de millimètre. On pourrait encore reproduire en l'amollissant un dessin modelé sans traits, mais non une gravure au burin.

Même si je me contente de cette image grossière, je crois entendre les physiologistes qui ont étudié les conditions de sensibilité de l'œil, m'arrêter par ces questions sceptiques: « Vous vous figurez produire en un cent-millième de seconde une impression lumineuse que la rétine conservera fidèlement pendant tout un dixième de seconde, avec son degré d'intensité relative! Avez-vous quelque idée de l'éclat extraordinaire qu'il faudra donner au disque lumineux mobile, pour produire seulement la sensation de lumière, même sans nuances du plus au moins? Et ne craignez-vous pas que, sans s'en douter, l'œil, au lieu de rester immobile, ne suive, si peu que ce soit, le mouve-

ment de la ligne lumineuse et ne brouille toute l'image? »

Peut-être même seraient-ils plus affirmatifs, et pourraient-ils nous dire quelle est la limite de subdivision possible d'une image. Si par exemple l'œil ne percevait rien d'une lumière, d'un éclat réalisable, dont la durée soit inférieure à $\frac{1}{1000}$ de seconde, tout ce qu'on pourrait faire serait de reproduire une mosaïque en cent morceaux, un centimètre carré, divisé en carrés d'un millimètre, ou, pour avoir le degré de finesse qui me paraît nécessaire à l'œil nu, un quart de millimètre carré, divisé en petits carrés d'un vingtième de millimètre de côté. Et peut-être la limite de subdivision des images lumineuses qu'il est possible de transmettre à l'œil n'est-elle pas beaucoup plus reculée, dix fois, cent fois au plus.

Concluons donc qu'aborder le problème de front, c'est s'exposer à des mécomptes certains, car c'est ici qu'il serait faux de dire: « le temps ne fait rien à l'affaire ». Rayons le titre: *Transmission instantanée des images par l'électricité.* Un expérimentateur sérieux n'y doit pas songer pour le moment.

II

Pour faire œuvre utile il faut changer un peu le problème, en conservant toutes les conditions essentielles, mais en supprimant d'abord radicalement les difficultés décourageantes auxquelles on est exposé presque à coup sûr en voulant se servir de l'œil directement. Il faut se donner tout le temps qu'on voudra pour décrire l'image entière, et pour cela substituer à l'œil une plaque photographique; c'est pourquoi j'ai adopté le titre: *Photographie des objets à très grande distance par l'intermédiaire du courant électrique.*

Je sais bien qu'on excitera moins l'étonnement du public, qui sait déjà que la reproduction de l'écriture et des dessins par les télégraphes Caselli, Mayer, etc... a été réalisée avec succès. Pourtant une différence considérable subsiste et qu'on a bien le droit de mettre en évidence. Ce n'est pas seulement un dessin qu'on peut reproduire, c'est un objet quelconque. Voici le problème qui me paraît absolument abordable et que je ne doute pas de voir complètement résolu d'ici très peu d'années:

Un objet quelconque, paysage, figure ou tableau, vivement éclairé est placé devant une lunette qui projette une image réelle sur un appareil transmetteur convenable. Le transmetteur est relié par des fils conducteurs de l'électricité à un récepteur éloigné, au moyen duquel une image réelle semblable à l'image fournie par l'objectif au départ, est décrite en quelques minutes, sur la surface d'une plaque photographique, qu'on développe ensuite à la manière ordinaire.

C'est l'expérience seule qui apprendra quelle

distance peut être franchie avec un isolement suffisant, sans capacité ni induction propre excessives; mais les difficultés ne paraissent pas devoir être supérieures à celles qu'on rencontre en téléphonie. On pourrait donc faire poser à Versailles ou Melun, et obtenir la photographie à Paris. Passons à l'extrême : un crime est commis à Paris, l'assassin s'est réfugié en Amérique; on en possède un portrait en France, on l'éclaire vivement et on le place devant l'appareil transmetteur relié au câble transatlantique; on installe le récepteur à New-York, et en quelques minutes, le chef de la police de New-York a entre les mains un cliché photographique bien supérieur à un signallement. N'insistons pas!

Tirons parti des idées émises par les inventeurs cités dans l'article de M. Mathias, mais reconnaissons tout de suite les insuffisances de presque toutes les parties des appareils reproducteurs d'images que l'on a proposés, tant au point de vue de la netteté que de la fidélité, de l'éclat et de la rapidité d'impression. — Passons-les en revue rapidement : le téléphone à capsule et flamme, de M. König, de M. Weiller, ne peut donner assez d'éclat d'ailleurs il n'assure aucune relation de proportionnalité même grossière entre l'éclat de l'objet et celui de la flamme; il manque de sensibilité et est d'un réglage difficile par suite de la faible excursion de la membrane vibrante. Dans les autres projets, l'éclat est suffisant grâce à l'emploi d'une source étrangère. Le téléphone à membrane polie et réfléchissante de M. Nipkow approche davantage de la solution; mais il paraît bien douteux que la membrane reste assez plane au repos pour n'être pas constamment dérégulée; les changements de courbure produits par le passage du courant ne produisent d'ailleurs que des variations d'éclat depuis un maximum jusqu'à un minimum non nul; l'image sera toujours noyée de lumière. Enfin la rotation du plan de polarisation de la lumière, indiquée par M. Sulton, a l'avantage de l'extrême rapidité d'indication; mais elle exige un courant électrique d'assez grande intensité pour une rotation notable, et, comme avec les nicols croisés l'éclat est minimum ou nul, une rotation d'un certain angle proportionnel à l'intensité du courant ne produit qu'une augmentation d'éclat proportionnelle au carré de l'intensité du courant, et par suite au carré de l'éclairement du point correspondant de l'objet à reproduire, ce qui en change tout à fait le caractère. Le disque à trous en spirale de M. Nipkow ne permet ni finesse ni éclat; et le cylindre à 360 miroirs de M. Weiller qui per-

met à peu près l'un et l'autre, est d'une construction presque impraticable, si l'on veut de la fidélité.

III

Appareil récepteur proposé. Pour la reproduction photographique la fidélité est plus importante que la rapidité : il faut la réaliser complètement. C'est ce qu'il est facile de faire au moyen de l'appareil récepteur suivant (fig. 1), qui donne en un point

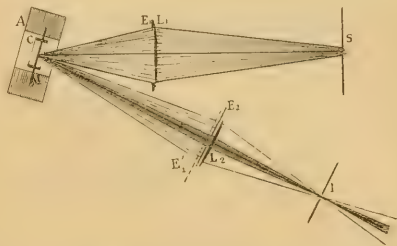


Fig. 1. — A, aimant permanent fixe, ou électro-aimant. — C, cadre de fil mobile autour d'un axe perpendiculaire au plan du dessin. — Ce cadre tourne d'un petit angle quand il est parcouru par un courant électrique, et entraîne dans son mouvement le miroir concave M. — L_1 , lentille convergente qui donne une image du trou S sur le miroir M; cette image est reprise par la lentille convergente L_2 qui donne ainsi sur le trou I une image fixe du trou S. — E_1 , écran (voir la fig. 2) dont le miroir concave M donne une image mobile E'_1 sur l'écran fixe E_2 .

fixe un petit disque lumineux dont l'éclat est proportionnel à l'intensité du courant électrique.

Le courant électrique arrive dans un galvanomètre Deprez-d'Arsonval, ou plutôt dans la partie galvanométrique d'un siphon recorder de Sir. W. Thomson. A est un aimant ou électro-aimant puissant; le courant de ligne arrive dans une bobine rectangulaire C suspendue dans le champ de l'aimant, non pas entre deux fils fins mais entre deux fils métalliques *gros* et *courts*, par exemple deux fils de laiton d'un millimètre de diamètre et d'un décimètre de longueur; on obtient ainsi un couple directeur considérable, mais grâce auquel la période acquiert l'extrême petitesse nécessaire pour la rapidité des indications, malgré l'inertie de la bobine mobile C et du miroir M. La bobine est très résistante; on obtient l'amortissement convenable, même en circuit très résistant ou ouvert, en enroulant le fil sur un cadre fixe de cuivre fermé, que parcourent les courants induits dès qu'il se meut dans le champ de l'aimant A.

Le reste de la figure représente l'appareil optique au moyen duquel on obtient en I une image réelle *fixe*, de dimensions constantes, mais d'éclat proportionnel à la déviation du miroir, produite par un faisceau de direction invariable.

Le soleil ou une autre source un peu convergente éclaire uniformément un trou S d'un ou deux millimètres de diamètre percé dans une plaque

¹ Le lecteur est prié de se reporter à l'article de M. Mathias, 30 décembre 1890, p. 798.

opaque. La lentille L_1 donne une image réelle de ce trou sur la surface du miroir M , ou plus exactement ¹, sur le fil de suspension autour duquel tourne le miroir M ; cette image reste fixe quand le miroir tourne; les rayons réfléchis sur le miroir donnent à travers la lentille L_2 une image fixe I du trou S , plus petite, que l'on reçoit sur un petit trou d'un vingtième de millimètre de diamètre. Pour faire varier l'éclat de l'image I proportionnellement à la déviation du miroir on place près de la lentille L_1 , et près de la lentille L_2 deux écrans E_1 , E_2 représentés à part (fig. 2). Le miroir M

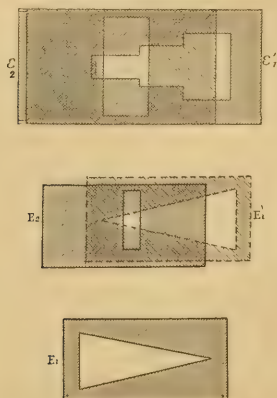


Fig. 2. — Forme des écrans.

est concave et donne de l'écran E_1 une image réelle, nette, et d'éclat uniforme sur l'écran E_2 , mais mobile sur cet écran; l'ouverture de l'écran E_1 est triangulaire et allongée dans le sens horizontal; l'ouverture de l'écran E_2 est rectangulaire étroite, allongée dans le sens vertical. Au zéro, la pointe du triangle E_1 fait son image sur le bord de la fente E_2 , en dehors; aucune lumière ne pénètre à travers la lentille L_1 . Que le miroir tourne du bon côté, l'image de l'écran E_1 s'avance sur l'écran E_2 comme le montre la figure, et laisse pénétrer jusqu'à I une quantité de lumière proportionnelle ² au déplacement de l'image E_1 , comme il est facile de le voir. L'éclat de l'image I est donc proportionnel à la déviation et par suite à l'intensité du courant. Cette image est fixe, et éclairée par un faisceau limité de direction fixe. Pour avoir une sensibilité suffisante

il suffit de prendre assez grandes (de 5 à 10 mètres) les distances des écrans E_1 , E_2 , au miroir M . On emploiera des lentilles L_1 , L_2 , peu convergentes, L_2 moins convergente que L_1 de manière à avoir une image I de petit diamètre.

Si d'ailleurs on reconnaît que l'intensité du courant dépend de l'éclairement de l'objet à reproduire suivant une loi autre que la proportionnalité mais fixe, on pourra toujours tracer empiriquement l'ouverture de l'écran E_1 qui doit remplacer le triangle.

IV

Analyseur et reproducteur de l'image. — Il faut pouvoir analyser et reproduire une image fine et étendue au moyen d'un appareil d'une construction précise et facile. Voici la disposition qui me paraît réunir toutes ces qualités (fig. 3).

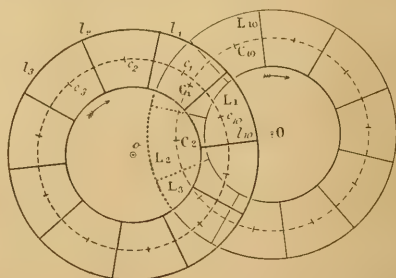


Fig. 3. — $L_1, L_2, \dots, L_{10}$, lentilles de même distance focale, dont les centres optiques $e_1, e_2, \dots, e_{10}$ sont équidistants sur une même circonférence d'un disque mobile de centre O . — $L_1, L_2, \dots, L_{10}$, $C_1, C_2, \dots$ même signification pour le disque mobile de centre O . Ce dernier disque a une vitesse de rotation exactement 1000 fois moindre que le premier. On n'a pas dessiné le système de vis tangentielles qui assure cette liaison.

Deux disques circulaires mobiles autour d'arbres parallèles sont placés l'un derrière l'autre comme l'indique la figure 3; chacun d'eux porte enchâssées dans des fenêtres rectangulaires une série de 10 lentilles (par exemple) toutes de même foyer, et dont les centres optiques sont *rigoureusement* sur une même circonférence concentrique à l'axe de rotation. Les deux disques sont disposés de manière que les circonférences des centres des lentilles se coupent à angle droit. Enfin leurs mouvements sont liés *rigoureusement* l'un à l'autre, par exemple par une double commande à vis tangentielles, de manière que l'un des deux tourne rigoureusement 1.000 fois plus vite que l'autre ¹. L'image d'un point lumineux fixe, dont la lumière traverse les deux lentilles situées près du point de croisement des

¹ Une position du miroir M un peu excentrique est nécessaire pour la netteté de l'image E_1 .

² Sauf une petite perturbation initiale dépendant de la largeur de la fente E_2 , qu'on supprimerait d'ailleurs à peu près, en remplaçant les côtés du triangle par les deux branches d'une hyperbole convenable dont ces côtés sont les asymptotes; ou rigoureusement en remplaçant le côté du triangle par un escalier à marches égales, distantes de la largeur de la fente, comme dans les parties d'écran figurées en e_1, e_2 .

¹ Une disposition mécanique calquée sur cette disposition optique me semblerait convenir au tracé des réseaux par une machine animée d'un mouvement continu, uniforme, sans va-et-vient, sans mouvement périodique, sans chocs.

circonférences, décrit d'un mouvement uniforme une série de droites (ou plutôt d'arcs de spirale, parallèles, très voisins : en effet pendant le temps qu'une lentille l_1 met à passer devant la lentille L celle-ci a monté un peu, uniformément, l'image a décrit un petit arc de spirale. Quand la lentille l_2 succède à la lentille l_1 , elle trouve la lentille L un peu plus haut, l'image qu'elle forme décrit donc un arc de spirale parallèle au premier mais un peu plus haut; etc.

Reportons-nous à la figure 4 où n'ont été dessinées qu'une seule des lentilles l_1 et une seule des lentilles L . Le petit trou éclairé par l'image I est placé dans le plan du foyer principal des lentilles l_1 ; le faisceau lumineux qui sort de la lentille l_1 devient parallèle à la droite qui joint le centre optique c de cette lentille au point I . Ce faisceau tombant sur la lentille L_1 (fig. 4) donne dans le plan

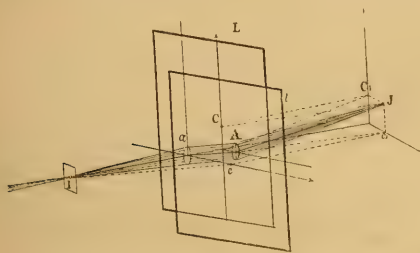


Fig. 4. — I , trou à éclat variable de la figure 1. — Le faisceau de lumière qui l'a traversé couvre sur la lentille l_1 mobile dans le sens horizontal la petite surface a ; puis la surface A sur la lentille L mobile dans le sens vertical et donne sur la plaque photographique une image nette J dont les coordonnées c_1, J, C_1, J sont à chaque instant égales aux distances des centres optiques c, C , des lentilles l_1, L à l'axe fixe du faisceau incident la .

focal de celle-ci, sur la plaque photographique, une image du trou I égale en grandeur, et située sur la droite C, J , parallèle à I, c . Les coordonnées de l'image mobile sont donc celles des deux centres optiques c, C , des lentilles l_1, L à chaque instant.

Comme le faisceau est étroit, il suffit que les lentilles aient un diamètre un peu supérieur à celui de l'image qu'on veut obtenir pour que la clarté reste la même jusqu'au bord, par exemple 4, 8 centimètres de côté pour une image de 4 centimètres. En prenant 2 millimètres pour l'enclassement; si les deux disques sont de même dimension et ont le même nombre de lentilles, la lentille L_1 aura monté de $\frac{5^{\text{cm}}}{1000}$ ou $\frac{1}{200^{\text{e}}}$ de millimètre depuis le commencement du passage de la lentille l_1 jusqu'au commencement du passage de la lentille l_2 .

La lentille L_1 donne l'image une fois; la lentille suivante recommence exactement à la même

place, etc. A l'arrivée, les variations d'éclat de l'image I dans le temps sont ainsi distribuées dans l'espace et couvrent la plaque photographique.

Au départ ¹ un appareil identique (fig. 5) et *syn-*



Fig. 5. — A , système objectif (analogue à un oculaire positif employé à l'envers) qui donne des objets extérieurs une image réelle dans le plan P , avec un anneau oculaire réel éloigné, dans le plan duquel tourne le premier disque à 10 lentilles d . Tout près se trouve le second disque D , l'ensemble des deux donne successivement une image de tous les points P sur le petit trou B (0,05 à 0,1 millimètre). — C , cône de verre qui transforme le faisceau droit en une nappe conique annulaire, reçue par l'anneau de sélénium Se .

chrone a recueilli sur un petit trou fixe B les images des divers points P de l'objet à transmettre; au delà du trou il peut être commode de placer un prisme conique C de manière à étaler en anneau circulaire l'image du trou sur le contour d'un transmetteur à sélénium S construit à la manière de $M. Mercadier$.

Contrôle du Synchronisme. — Dès que la transmission n'est pas plus rapide que celle des appareils Meyer ou Caselli, le synchronisme des deux appareils ne saurait présenter de difficultés insurmontables; c'est un problème de mécanique industrielle tout différent de celui qui fait l'objet principal de cet article; je veux seulement indiquer comment il est possible de contrôler le synchronisme à mesure que le mouvement se fait. Sur le côté de l'objet à la station de départ on placera une bande droite bien éclairée, qui fera partie de l'image à reproduire; on fera en sorte que l'image de cette droite se produise à côté de la plaque photographique un peu en avant d'une fente étroite, qu'on regarde avec un oculaire grossissant quatre ou cinq fois.

Le synchronisme sera parfait si l'image de la droite regardée à travers la fente à mesure qu'elle se forme paraît rigoureusement rectiligne, et uniformément éclairée.

V

Tout dans cet appareil me paraît immédiatement réalisable pour un constructeur déjà expérimenté et soigneux. Quelques réglages, portant surtout sur la grosseur du fil de suspension du cadre mobile et la rapidité du mouvement à donner aux deux disques pour obtenir une netteté satisfaisante doivent permettre d'obtenir au laboratoire la reproduction photographique *nette et fidèle* d'i-

¹ Pour un objet éclairé, l'image doit être formée par une lunette et un oculaire donnant un anneau oculaire réel, et non par un objectif photographique ou un appareil de projection seul. — Voir la figure 5 et la légende.

mages de quelques centimètres carrés en un petit nombre de minutes d'après des objets situés dans une autre pièce, à travers quelques centaines d'ohms de résistance.

Ce serait un résultat assez curieux par lui-même pour tenter un bon constructeur, bien que sans avenir industriel probable. En tout cas, c'est un intermédiaire indispensable pour arriver à la vision directe des images. De lents perfectionnements à chaque instant contrôlés par les photographies pourront peut-être permettre d'augmenter

assez la rapidité d'obéissance de toutes les parties de l'appareil pour y parvenir; à moins que la paresse de l'œil ne soit décidément trop grande et que, pour avoir une image rétinienne nette, il ne soit nécessaire d'imaginer un mode de transmission simultané et non successif des éclaircissements des divers points de la mosaïque, par un seul fil conducteur, — et cela ne me paraît pas facile.

Marcel Brillouin.

Maitre de conférences de Physique
à l'Ecole normale supérieure.

LA CASTRATION PARASITAIRE

L'une des questions les plus intéressantes des sciences naturelles est, sans contredit, celle des relations des organismes entre eux. Déjà depuis longtemps les rapports entre individus d'une même espèce, vivant en société, ont attiré l'attention des observateurs. La sélection naturelle et la division du travail amènent forcément, à la longue, une adaptation particulière pour certaines individualités (Fourmis, Abeilles, etc.). Il en est résulté, chez ces espèces, la constitution de véritables sociétés hiérarchisées, les individus primitivement semblables, qui les composent, s'étant par la suite différenciés et accommodés à des fonctions diverses.

Cette différence, morphologique et physiologique, entre les diverses individualités d'une même société animale, se retrouve encore lorsque la colonie devient permanente et constitue un *cormus*, c'est-à-dire une réunion matérielle d'individus soudés entre eux comme les divers polypes d'un polypier.

La théorie des *Colonies animales* n'est autre chose que cette observation appliquée à la constitution des individualités supérieures. De même que le polypier est un *cormus* de polypes, de même, suivant Hæckel, la personne serait un *cormus* d'organes; seulement les organes sont arrivés ici à un degré de différenciation beaucoup plus élevé.

Au lieu de nous maintenir dans le groupe restreint de l'espèce, cherchons à étudier les rapports qui relient entre eux des organismes d'espèces différentes. Ici, nous devons le dire, bien que la littérature devienne extraordinairement riche dans le domaine des faits, elle est d'une extrême pauvreté quant à la systématisation de ces faits et aux déductions qu'on peut légitimement en tirer.

À l'étranger un petit nombre de travaux récents, parmi lesquels il faut surtout citer ceux de M. Van Beneden ont un peu éclairé la question. En France les découvertes de M. Giard ont puissamment contribué à l'élucider. Avant de les décrire, remarquons, en quelque sorte *a priori*, que si, dans une

société animale ou végétale, vient à être substituée ou surajoutée une individualité d'espèce différente, deux cas pourront se présenter: ou bien l'élément nouveau vivra aux dépens de la société, — c'est en cela que consiste le *parasitisme* pur et simple, — ou bien il s'harmonisera plus ou moins avec elle et il y aura dans une certaine mesure *mutualisme* ou *symbiose*¹. En fait toute une série d'insensibles transitions relient l'un à l'autre ces deux cas.

Comme exemple du dernier on peut avec M. Giard citer les *Bopyres*, petits crustacés marins qui, tout en étant capables de vie indépendante, s'insinuent souvent dans la cavité branchiale des crevettes et se substituent aux branchies de ces animaux. Leurs personnes remplissent alors la fonction de ces organes.

On sait d'autre part que lorsqu'un organe prend une importance exagérée, l'un des premiers résultats physiologiques de cette hypertrophie, est la diminution, puis l'arrêt de la reproduction sexuée. On connaît la stérilité des plantes hybrides, dont les organes végétatifs deviennent exubérants.

Cet antagonisme entre les facultés génésiques et le développement excessif de l'individu se manifeste dans certains organismes composés, où l'on voit l'insertion de l'élément substitué ou surajouté provoquer la stérilité de son hôte. La découverte de cette sorte de castration ne remonte qu'à 1886. On la doit à M. Giard, qui l'a publiée en 1887².

Ayant pêché à Concarneau une assez grande quantité de *Stenorhynchus*, sortes de Crabes à longues pattes (fig. 1), M. Giard remarqua qu'un parasite (*Sacculina Fraisei*, Giard) qui généralement habite sous le post-abdomen de cet animal, semblait ne se rencontrer que chez les femelles; celles-ci généralement ont le post-abdomen

¹ Voyez à ce sujet l'article de M. P. Vuillemin sur les *Mycorhizes* dans la *Revue* du 15 juin 1890, t. I, p. 326.

² *Bull. scient. du nord de la France*, 1887, 2^e série, 10 p. 2 et sq.

élargi (fig. 1, A), de manière à protéger leurs œufs qu'elles maintiennent ainsi contre le sternum. Au contraire chez le mâle, qui possède normalement un appendice post-abdominal plus étroit (fig. 1, B) et

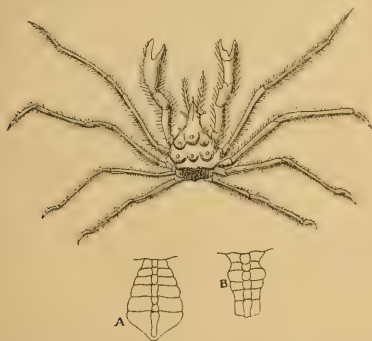


Fig. 1. — Type de *Stenorhynchus*. Individu complet, l'abdomen est replié sous l'animal et appliqué contre le sternum. — A, abdomen de la femelle — B, abdomen du mâle.

presque styloforme, le parasite paraissait ne jamais se rencontrer. Bientôt cependant une observation plus attentive fit voir à M. Giard qu'il n'y avait pas, comme il l'avait d'abord pensé, infection des femelles à l'exclusion des mâles, mais un fait beaucoup plus curieux. Ce fait consistait, chez les mâles infestés, dans le développement exagéré de l'appendice post-abdominal, ce qui les faisait en tous points ressembler aux femelles. Ajoutons que dans cet état, les mâles sont impropres à la reproduction, mâles et femelles paraissant tendre à un individu neutre.

Depuis, M. Giard a eu l'occasion de constater le même fait, chez d'autres Crustacés comme le crabe commun de nos côtes. Là encore le mâle infesté par une sacculine (fig. 2, III), prend des caractères intermédiaires entre le mâle (fig. 2, II), et la femelle (fig. 2, I).

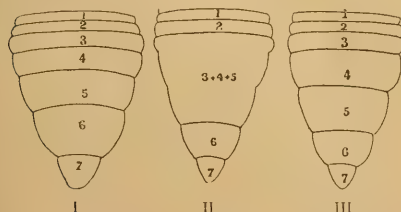


Fig. 2. — Abdomens du *Stenorhynchus*. — I, de la femelle. — II, du mâle non infesté. — III, du mâle infesté.

Chez ces animaux d'ailleurs, la castration parasitaire n'est que temporaire, l'hôte du parasite pouvant, après la mort de ce dernier, recouvrer ses facultés normales. Quelquefois, le parasite, au lieu d'agir ainsi indirectement sur les organes de

la génération, par sa seule nutrition, et en se substituant aux œufs comme chez ces crabes, agit au contraire en détruisant la glande mâle ou femelle. C'est à ce cas qu'on peut rapporter le curieux parasite signalé chez une ophiure par M. W. Fewkes¹. Cette castration parasitaire directe agit aussi fortement sur les caractères secondaires² et sur les instincts de l'animal infesté³. Le crabe, — mâle ou femelle, peu importe, — veille sur son parasite avec le soin jaloux d'une mère sur ses propres œufs.

Cette castration parasitaire est un fait très général : on l'a rencontré chez des Infusoires, des Cœlentérés, des Vers, des Echinodermes, des Mollusques, des Arthropodes et des Vertébrés.

Le *Cuterebra emasculator*, larve de Diptère, fournit un exemple de castration directe chez un mammifère voisin des Écureuils, le *Tamias Lysteri*. Enfin chez l'Homme même il paraît probable que le *Bacille de Korch* et peut-être un ver intestinal, l'*Anchylostomum duodenale*, peuvent produire des accidents étonnables. Mais alors il faut remarquer que l'organisme tout entier se ressent de ce parasitisme et manifeste de la façon la plus évidente un état pathologique général.

Les phénomènes précédemment décrits existent non seulement chez les animaux, mais même chez les végétaux. Les spores d'un champignon, l'*Ustilago Anthrarum*, tombant sur les fleurs du Compagnon blanc (*Melandryum album*) se substituent au pollen des anthères et, fait très curieux, le *Melandryum* étant dioïque, si par hasard l'*Ustilago anthrarum* tombe sur un pied femelle, on voit les fleurs mâles, ordinairement rudimentaires, développer alors leurs étamines, et fournir ainsi au parasite les anthères nécessaires à sa fructification. La sélection s'exerce donc ici à la fois sur l'hôte et sur le parasite, et établit un *modus vivendi* entre ces deux êtres.

Une note de M. Ant. Magnin⁴ sur la castration parasitaire de l'*Anemone ranunculoïdes* par l'*Æcidium leucospermum* nous fait connaître de nouvelles investigations suggérées par les travaux de M. Giard. Ces recherches ont prouvé qu'ici encore, à côté d'une atrophie plus ou moins complète des organes de la reproduction, le parasite produit une excitation physiologique très nette de l'appareil végétatif (tige et feuilles de l'involucre) : « Les pieds urédinisés, écrit l'auteur se font sou-

¹ *Nature* de Londres, n° 941, vol. 37, 19, janvier 1888, p. 274.

² A. BRANDT. Anatomisches und allgemeines über die sogenannte Hahnenfedrigkeit und über anderweitige Geschlechtsanomalien bei Vögeln. *Z. Wiss. Zool.*, V. 48, Leipzig, 1889.

³ Chez les Oiseaux on a vu des femelles prendre le plumage et les habitudes du mâle dès que s'éteignaient les fonctions sexuelles ordinaires. *Bull. scient. du nord de la France*, III^e série, 1^{re} année, t. III, p. 100.

⁴ C. R. séance du 28 avril 1890

vent remarquer au milieu des touffes saines par leur taille et leur plus grand développement; les feuilles de l'involucre sont plus larges, plus épaisses, plus raides et comme charnues; même dans les portions des involucre partiellement envahies, les cellules de l'épiderme ont augmenté de largeur et d'épaisseur. C'est donc bien sur l'appareil reproducteur que le parasite localise son action atrophiant, qui s'exerce d'abord sur les sépales et le pédicelle, puis sur les carpelles, enfin sur les étamines ».

Tels sont les faits dignes du plus haut intérêt que les recherches de M. Giard ont conduit à constater. Comme on le voit, la moindre synthèse, quand elle est faite d'une manière judicieuse, la moindre observation, justement interprétée, jettent une vive lumière sur une foule de phénomènes et ouvrent la voie à des idées générales qui deviennent à leur tour de puissants moyens d'investigation.

A. E. Malard,

Sous-Directeur
de la Station zoologique du Muséum
à Saint-Vast.

REVUE ANNUELLE DE CHIMIE APPLIQUÉE

LA GRANDE INDUSTRIE CHIMIQUE

I

Deux découvertes importantes en chimie inorganique ont marqué la fin de l'année 1890 : celle de l'acide azothydrique due à M. Curtius et celle de l'oxycarbure de nickel due à MM. Mond, Langer et Quincke¹. La description de ces composés intéressants n'appartient pas, à proprement parler, à une revue de chimie appliquée. Il importe cependant de s'y arrêter quelques instants, car le second de ces corps, tout au moins, semble appelé à jouer un certain rôle dans la pratique. On ne connaissait pas jusqu'à présent un bon agent capable de retirer tout l'oxyde de carbone contenu dans un mélange gazeux. Il se peut que le nickel métallique soit appelé à remplir ce but. Bien des progrès restent évidemment à faire pour que cette réaction puisse être réellement employée en grand. Mais si la chose est possible, il faut reconnaître que tous les éléments du succès se trouvent réunis dans la collaboration de MM. Mond, Langer et Quincke : d'un côté de jeunes et habiles chimistes, dont l'un, M. Langer, s'est déjà fait connaître par ses remarquables « recherches pyrochimiques » exécutées avec M. V. Meyer à l'École polytechnique de Zurich; de l'autre côté, un grand industriel animé du désir d'apporter le précieux et généreux concours de moyens mécaniques puissants et des ressources pécuniaires indispensables pour de semblables recherches.

¹ La Revue a signalé ces deux découvertes dès leur apparition. La première a été dans notre numéro du 30 octobre 1890 (t. I, p. 656) l'objet d'une nouvelle étendue où le mode de préparation, les principales propriétés, la formule brute et la formule de constitution de l'acide azothydrique ont été décrits avant la publication du mémoire original de M. Curtius dans les *Berichte* de la Société chimique de Berlin. Quant à l'oxycarbure de nickel, notre distingué collaborateur, M. G. Charpy lui a consacré un important article dans notre numéro du 15 novembre 1890 (t. I, p. 657). (Note de la Direction.)

A première vue l'emploi du nickel pour l'absorption de l'oxyde de carbone soulève cependant une objection : la mise en pratique d'un pareil procédé serait inévitablement accompagnée de pertes de l'agent absorbant, métal encore assez rare et d'un prix plutôt élevé. Mais cette objection perd aujourd'hui beaucoup de sa valeur, depuis que l'on a découvert les minerais de Sudbury, au Canada, dont la richesse en nickel dépasse celle des minerais de la Nouvelle-Calédonie. Ces gisements sont considérables et doivent se prêter à une exploitation facile, ainsi que l'auteur de cette revue a pu s'en convaincre sur les lieux mêmes, il y a quelques mois à peine.

Une des applications les plus importantes que l'on pourrait faire de l'absorption de l'oxyde de carbone contenu dans un mélange gazeux serait évidemment la purification du gaz d'éclairage, qui renferme toujours une quantité appréciable de ce composé dangereux. Avec plus de raison encore, on peut espérer venir ainsi à bout des difficultés qui se sont opposées jusqu'à présent à l'emploi général du gaz d'eau pour le chauffage et l'éclairage (lumière incandescente). On sait en effet que la grande toxicité du gaz d'eau, — mélange impur de H et de CO, — provient de sa forte teneur en oxyde de carbone. Si l'on parvenait, sans frais trop considérables, à éliminer complètement ce dernier (pour l'employer ensuite sous une autre forme), on obtiendrait de l'hydrogène presque pur, utilisable aux lieux et place du gaz d'éclairage ordinaire, pour les usages domestiques, les services publics, etc.

II

Ces considérations nous amènent tout naturellement à examiner jusqu'à quel point se sont réalisées les grandes espérances que l'on avait fondées sur l'emploi du gaz d'eau. L'opinion lui est généralement moins favorable aujourd'hui qu'il y a quelques années. Nous sommes loin des pré-

tentions de ceux qui voyaient dans ce produit le « combustible de l'avenir » destiné à remplacer le gaz des gazogènes, le gaz de houille et même la houille, aussi bien dans l'industrie que pour les usages domestiques. Dans tous les cas où il s'agit d'utiliser aussi complètement que possible une quantité donnée de chaleur, on a reconnu que la préparation du gaz d'eau est non seulement inutile, mais plus coûteuse que la combustion directe du charbon ou sa transformation en gaz au moyen des gazogènes ordinaires.

Il y a cependant un cas où l'emploi accessoire de l'eau peut rendre des services, c'est lorsqu'il s'agit de faire marcher les gazogènes d'une façon continue. On sait en effet que la préparation du gaz d'eau proprement dit s'opère en alternant les deux opérations suivantes : 1° diriger de la vapeur d'eau surchauffée sur du charbon porté au rouge, d'où résulte un abaissement de température en relation avec la chaleur absorbée par la décomposition de l'eau ; 2° ranimer la combustion par un courant d'air, ce qui a pour effet de relever la température et de la ramener à ce qu'elle était avant la première opération.

Le gaz produit dans cette seconde phase est très voisin, par sa composition, du gaz des gazogènes appelé « gaz Siemens » ou « gaz d'air ». Il est cependant rare qu'on l'utilise d'une façon complète, et, dans bien des cas, il était même entièrement perdu. En réglant convenablement la quantité d'eau employée, de telle façon que la température ne tombât pas en dessous d'un certain minimum, on est parvenu à obtenir d'une façon continue un mélange gazeux contenant, en volumes, 20-25 % d'oxyde de carbone et 10-15 % d'hydrogène. C'est à ce mélange qu'on a donné le nom de « gaz mixte » ou de « demi-gaz d'eau ». Parmi les appareils nouveaux construits sur ce principe, il faut mentionner ceux de Schilling, de Siemens, de Dowson et Wilson. Tous donnent une solution rationnelle du problème du chauffage, car ils produisent sans augmentation de frais un gaz plus riche que celui des gazogènes ordinaires, capable de donner une flamme de température plus élevée, et dont l'emploi est particulièrement approprié aux moteurs à gaz.

Il convient d'examiner aussi deux cas où le gaz d'eau avait paru présenter de tels avantages sur les autres combustibles, que, malgré son prix de revient élevé, son emploi semblait devoir se justifier complètement ; nous voulons parler de la production des hautes températures et de l'éclairage. En ce qui concerne la première de ces applications, il faut distinguer deux alternatives :

Où bien il s'agit de produire des températures très élevées que l'on ne peut atteindre avec nos

moyens actuels. Tel est le cas de la soudure des tuyaux en fer ondulé, pour laquelle le gaz d'eau ne peut être remplacé par aucun autre agent. Il en sera de même dans l'avenir pour toutes les opérations analogues.

Où bien au contraire il s'agit de produire des températures moins élevées, que l'on peut réaliser par nos moyens actuels, mais avec un faible effet utile. La fabrication de l'acier par le procédé Siemens-Martin nous en fournit un exemple. Jusqu'à présent les tentatives faites en vue d'y appliquer l'emploi du gaz d'eau ne paraissent pas avoir été très heureuses. La Société des Hauts-Fourneaux de Wittkowitz (Silésie autrichienne) avait annoncé qu'elle obtenait ainsi des résultats remarquables. Dans le même but, on avait construit à Hoerde, en Westphalie, les plus grandes installations qui aient été créées jusqu'à présent pour la production du gaz d'eau.

Or, voici que l'on annonce cette année l'abandon de toutes les installations de Wittkowitz. D'autre part, on ignore encore les résultats obtenus à Hoerde depuis un an et demi que fonctionne le gaz d'eau. Si ces résultats répondaient à tout ce qu'on en attendait, on n'aurait pourtant pas manqué de les faire connaître. Enfin, en Angleterre, M. J. von Langer, ancien ingénieur des établissements de Wittkowitz, est bien parvenu à fonder, avec l'appui de capitaux considérables, une Société pour l'exploitation de ses brevets relatifs à la préparation du gaz d'eau. Mais, encore ici, les résultats obtenus ne sont pas en rapport avec les espérances ou les promesses auxquelles on s'était laissé aller. De toutes ces tentatives il faut donc conclure que dans les conditions économiques de l'industrie européenne, le gaz d'eau n'est pas appelé à jouer le rôle important qu'on lui avait prêté pour la production des hautes températures.

En ce qui concerne son emploi pour l'éclairage, les progrès réalisés en Europe ne sont pas non plus très encourageants. On avait cru momentanément, qu'appliqué à la production de la lumière incandescente (autrefois avec le platine, aujourd'hui avec la magnésie), le gaz d'eau était destiné à remplacer le gaz d'éclairage. De simples considérations d'hygiène s'opposent déjà à cette application dans les localités où ce gaz serait distribué au moyen d'un réseau de canalisation. Il est en effet cinq à huit fois plus toxique que le gaz d'éclairage, et, d'autre part, on n'est pas encore parvenu à lui donner une odeur caractéristique et persistante comme celle du gaz des cornues.

Au reste, une discussion sur cette matière entre les défenseurs du gaz d'eau et les administrations responsables de la santé publique ne prouvera

jamais rien, tant que les premiers n'auront pas démontré pourquoi les grands établissements industriels ne donnent pas au gaz d'eau la préférence sur le gaz de houille pour tout ce qui concerne l'éclairage. On sait pourtant que ces établissements ne dépendent pas des autorités et qu'ils préparent eux-mêmes, d'une façon régulière, le gaz d'éclairage nécessaire à leurs besoins. L'auteur de cet article avait autrefois fort bien auguré du succès du gaz d'eau pour la production de la lumière incandescente à la magnésie, tout en laissant absolument réservé le côté hygiénique de la question. Les faits sont encore loin d'avoir répondu à son attente.

Une dernière remarque, enfin, sur l'emploi du gaz d'eau dans l'Amérique du Nord, où il serait parvenu à remplacer le gaz d'éclairage dans un tiers environ des localités. Indépendamment du fait qu'en Amérique l'industrie est beaucoup moins entravée qu'en Europe par des considérations d'hygiène, l'emploi du gaz d'eau n'est pas sans présenter une ombre au tableau; on s'émue vivement de la fréquence des accidents.

En outre, il ne faut pas oublier que le côté économique de la question se présente d'une façon tout autre que chez nous. Ce que l'on appelle en Amérique « gaz d'eau » est fort différent du produit que nous désignons sous ce nom. Nous entendons par là un mélange gazeux, presque inodore, contenant en volumes, environ 50 % d'hydrogène et 40 % d'oxyde de carbone, mélange qui brûle avec une flamme non lumineuse et ne peut par conséquent être employé que pour la production de la lumière incandescente. Sous ce même nom les Américains désignent un mélange de « gaz d'eau » pur (préparé au moyen de leur excellente anthracite) avec 20-30 % d'hydrocarbures provenant des résidus lourds du raffinage des pétroles; cette matière première fait totalement défaut dans l'Europe occidentale. Le gaz américain possède une odeur pénétrante, brûle avec une flamme très lumineuse, et, vu le prix relativement bas des charbons bitumineux en Amérique, il présente, vis-à-vis du gaz de houille des avantages réels que la lumière incandescente à la magnésie est loin d'offrir en Europe. On voit par là qu'il ne faut pas songer à établir une comparaison quelconque entre les produits désignés sous le nom de gaz d'eau en deçà et au delà de l'Atlantique.

Les considérations détaillées dans lesquelles nous sommes entrés au sujet de ce chapitre fort important des combustibles gazeux, nous obligent à mentionner simplement divers problèmes de même nature qui ne manquent pas non plus d'intérêt. Tels sont les travaux entrepris aux États-Unis pour l'utilisation des gaz naturels comme combustibles, les questions qu'on se pose sur la

durée de ces sources merveilleuses; enfin, dans un autre ordre d'idées, les résultats heureux obtenus par M. Mond pour produire simultanément l'ammoniaque et le gaz à chauffer¹.

III

Nous passons maintenant à une autre question d'un grand intérêt également, tant pour l'industrie chimique que pour l'industrie en général; nous voulons parler de la préparation économique de l'oxygène à partir de l'air atmosphérique. On se rappelle que le procédé Marguerite consistait à transformer la baryte en peroxyde par grillage à l'air, et à régénérer ensuite l'oxygène et la baryte par l'action d'une chaleur plus intense. Deux chimistes français, les frères Brin, ont considérablement perfectionné cette méthode, encore améliorée depuis par la compagnie anglaise qui a repris leurs brevets. On doit tout particulièrement aux ingénieurs de cette société d'avoir transformé la méthode Marguerite en un procédé à marche continue. Au lieu d'avoir recours à des températures fort différentes pour fixer l'oxygène de l'air sur la baryte et pour l'en dégager, ils sont arrivés au même résultat en opérant à température constante, mais en faisant varier la pression dans les appareils. D'autre part, le chimiste de la Société anglaise, M. Thorne² s'est efforcé de trouver de nouvelles applications techniques du gaz oxygène: des perfectionnements dans la purification du gaz d'éclairage, l'emploi de l'oxygène pour le blanchiment des matières textiles et de la pâte de papier, pour la transformation des huiles siccatives en vernis, tels sont les premiers résultats de ces recherches que d'autres suivront certainement.

Une découverte de M. Kassner³ promet encore davantage en ce qui concerne la fabrication de l'oxygène à bon marché. Si l'on chauffe au rouge un mélange d'oxyde de plomb et de carbonate de chaux, on obtient du plombate calcique Ca Pb O_3 , qui, sous l'action de l'acide carbonique abandonne de l'oxygène, tandis que le calcium et le plomb sont ramenés à leur état initial, carbonate de chaux et oxyde de plomb, prêts à être utilisés pour une nouvelle opération. Bien que l'inventeur fonde de grandes espérances sur l'influence que sa découverte peut avoir dans l'industrie, il convient cependant d'attendre que ce nouveau procédé soit entré dans la pratique, pour en estimer raisonnablement la valeur.

IV

Dans le domaine de la grande industrie chimique proprement dite, — c'est-à-dire, fabrication de

¹ *Journal of the Society of Chemical Industry*, 1889, p. 507.

² *Journal of the Society of Chemical Industry*, 1890, p. 246.

³ *Moniteur Quesneville*, 1890, p. 503, 614.

l'acide sulfurique, de l'acide chlorhydrique, du sulfate de soude, de la soude, du chlore, de l'acide nitrique, etc. — il n'y a à mentionner aucune transformation technique fondamentale. Ce qu'il y aurait à dire des découvertes les plus importantes remonte aux années précédentes, comme le procédé Chancel pour la régénération du soufre des résidus de soude, ou bien est de date si récente que l'avenir seul permettra d'en apprécier la valeur¹. C'est pourquoi nous donnerons ici la première place non pas aux questions techniques, mais bien à un fait d'ordre commercial d'une signification très importante : la réunion de toutes les plus grandes fabriques anglaises utilisant le procédé Leblanc, en une vaste compagnie, *United Alkali Company Limited*. Les maisons les plus renommées : Tennant, Muspratt, Kurtz, Gaskell et Deacon, Sullivan, Allhusen, Jarrow, et une quantité d'autres ont ainsi subitement disparu. Leurs propriétaires ne sont plus qu'actionnaires ou administrateurs de la nouvelle société. Les seules fabriques anglaises qui aient conservé leur autonomie sont les maisons Gamble et Chance. Cette suppression de toutes les individualités dans un pays qui avait toujours marché à la tête de l'industrie de la soude est un événement sans précédent dans l'histoire de la chimie appliquée. Aura-t-il pour effet de renforcer ou d'affaiblir l'esprit d'invention et d'initiative ? Les deux alternatives sont possibles ; l'avenir seul en décidera.

Un fait est cependant certain ; c'est que la fondation de l'Alkali United Company Limited doit être considérée comme une tentative d'accaparement ou plutôt comme une ligue de défense dirigée contre la concurrence énergique faite au procédé Leblanc par les procédés à l'ammoniaque de Solvay. Bien qu'en apparence il ne se soit produit aucun changement important dans le dispositif des appareils Solvay, les fabriques syndiquées qui en font usage ont pris un développement considérable dans toutes les grandes régions industrielles. De plus, le procédé Schloësing, bien qu'installé plus modestement donne de bons résultats. Enfin, il existe, en Allemagne surtout, plusieurs fabriques indépendantes qui travaillent d'après le procédé à l'ammoniaque. Depuis longtemps les défenseurs du procédé Leblanc avaient regardé la partie comme perdue en ce qui concerne la soude calcinée (sel de soude), et avaient voué tous leurs soins à la fabrication de la soude caustique pour laquelle ils avaient une certaine avance. Mais, même sur ce terrain, les fabriques Solvay avaient peu à peu engagé une lutte énergique et porté des coups sensibles à leurs concurrents. Aussi, depuis plu-

sieurs années déjà, les fabriques utilisant les procédés Leblanc avaient été obligées en quelque sorte de renverser les rôles de leur fabrication, et de reléguer la soude, et même la soude caustique, au rang de produits secondaires dont les prix restaient entre les mains des fabriques Solvay. En même temps, plusieurs fabriques anglaises et quelques maisons françaises donnaient toute leur attention à la préparation de l'acide chlorhydrique, laissée jusqu'alors au second plan.

Le chlore qu'on en retire, ou plutôt les dérivés solides qu'on prépare avec ce gaz, soit le chlorure de chaux et le chlorate de potasse, devaient leur fournir un bénéfice modéré, ou tout au moins diminuer leurs pertes. De fait, ni M. Solvay, ni ses émules, n'ont encore obtenu aucun résultat dans toutes leurs tentatives pour adapter à leur système cette branche des produits chlorés, tentatives basées, on le sait, sur l'utilisation du chlore contenu dans leurs résidus de chlorure de calcium. L'auteur de cette revue a du reste démontré par des considérations thermochimiques¹ que l'on ne pouvait guère compter sur une solution économique de ce problème, attendu que le chlorure de calcium présente à peu près la même stabilité que le sel marin.

Cette fabrication des produits chlorés, — dernier retranchement des procédés Leblanc, dont ils sont la raison d'être, — a été sérieusement menacée par les inventeurs qui cherchent à préparer le chlore au moyen du chlorure de magnésium, composé tout à fait apte à ce genre de réactions. A vrai dire, il n'y aurait pas eu là de quoi inquiéter les fabriques Leblanc, si la préparation du chlorure de magnésium devait être entreprise, comme on l'a plusieurs fois proposé, par les fabriques Solvay. Mais on sait qu'en réalité il en est tout autrement : le chlorure de magnésium à l'état de solution concentrée est obtenu à Stassfurt, comme sous-produit, sans valeur, résultant de la fabrication des sels de potassium. Ces solutions sont en quantités plus que nécessaires pour suffire largement à toute la consommation de chlore qui se fait actuellement sur la surface du globe ; elles deviennent de plus en plus encombrantes ; on ne sait comment s'en débarrasser, surtout en présence des exigences croissantes des autorités sanitaires. Le fait que l'on puisse vendre quelques milliers de tonnes de chlorure de magnésium ne change naturellement rien à cette situation. Il n'en est cependant pas moins certain que la préparation du chlore par le procédé Weldon-Péchiney devait trouver à Stassfurt son vrai centre d'activité, si les résultats

¹ *Zeitschrift für angewandte Chemie*, 1889, p. 631.

¹ Voir SCHEERER-KESTNER, *Bulletin de la Société chimique*, 1889, vol. I, p. 405.

en étaient bien établis. De fait, les fabricants de Stassfurt se sont opposés à l'introduction de ces nouvelles et ingénieuses méthodes; elles leur ont paru trop compliquées; le succès leur a semblé douteux; ils ont préféré suivre leur propre voie qui devait, dit-on, les conduire à un meilleur résultat. Jusqu'à présent ils n'en ont pas donné la preuve; leurs essais actuels, pas plus que ceux tentés précédemment, n'ont fourni une solution précise et définitive de la question.

Il y a quelques années encore, il était incontestablement reconnu que les produits chlorés du monde entier étaient préparés, à de rares exceptions près, par les fabriques Leblanc qui trouvaient là leur principale source de bénéfices. Une ère nouvelle a semblé s'ouvrir pour ces fabriques par suite du succès éclatant obtenu par le procédé Chance : cette méthode permettrait de retirer du soufre des résidus de soude, et cela, à un prix quatre à cinq fois inférieur à celui du soufre des pyrites. Ainsi se trouverait fermé le cycle ingénieux de réactions dont les phases principales ont été découvertes par Nicolas Leblanc. Ce résultat devait assurer pour longtemps à tout le système une vitalité complète. Malheureusement le procédé Chance n'est pas sans présenter encore quelques ombres. Entre des mains moins habiles que celles de l'inventeur, la mise en œuvre de masses énormes de gaz sulfhydrique présente de grandes difficultés pratiques. Même au point de vue économique, la méthode ne semble pas avoir tenu tout ce qu'elle avait promis. On peut et doit cependant espérer que ces difficultés pourront être atténuées par une plus longue expérience, si ce n'est même entièrement vaincues.

Parmi les nombreux et nouveaux procédés proposés pour la préparation du chlore, tous ceux qui reposent sur l'emploi de l'acide chlorhydrique gazeux ou liquide ne sont en aucune manière dirigés contre le procédé Leblanc, mais seulement contre les méthodes Weldon ou Deacon, étroitement liées du reste avec celui-ci. Depuis longtemps la supériorité de la méthode Deacon a été reconnue; elle se trouve encore accrue par le système de M. Hasenclever pour l'utilisation des acides impurs des fours, dont on peut déplacer l'acide chlorhydrique au moyen de l'acide sulfurique. Bien qu'il s'agisse là d'un fait définitivement acquis, la plupart des fabriques ont conservé la méthode Weldon, parce que les frais d'installation du procédé Deacon les effraient et que d'autre part, à chaque instant on annonce de nouvelles méthodes réputées encore supérieures. Il serait presque impossible d'analyser tous les nouveaux systèmes proposés. Une pareille étude ne présenterait du reste pas grand avantage,

attendu que jusqu'à présent, aucun de ces systèmes n'est sorti de la période d'essais. On remarquera toutefois que les procédés reposant sur la réaction (découverte par Schloësing) entre le bioxyde de manganèse, les acides chlorhydrique et nitrique, sont actuellement les plus en vue, notamment depuis que la récupération de l'acide nitrique des vapeurs nitreuses peut s'opérer d'une façon complète au moyen des colonnes à plateaux.

Le chlore, ce gaz tant redouté dans l'industrie par suite de ses actions corrosives et de sa toxicité, est maintenant au nombre des produits livrés dans des récipients en fer où on le liquéfie par le froid et la compression. C'est là un fait digne de remarque. Le chlore liquide est donc à ajouter à la liste des gaz liquéfiés préparés industriellement : acide carbonique, ammoniaque, acide sulfureux, chlorure de méthyle, et oxygène comprimé à 100 atm. Sous cette forme, le chlore se prêtera plus facilement à de nouvelles applications.

Dans cet ordre d'idées, il se pourrait aussi que la belle découverte des tubes laminés de Mannesmann ait une réelle importance. A résistance égale, ces tubes sont cinq fois plus légers que les tubes soudés; ils rendront certainement des services soit pour le transport des gaz liquéfiés, soit pour les réactions qui se font sous pression.

Tandis que les fabriques Leblanc et Solvay, et avec elles nombre d'inventeurs espèrent trouver la fortune dans la découverte de procédés chimiques pour la préparation de la soude et du chlore, l'électricité, qui n'avait pas inspiré jusqu'à présent de craintes sérieuses, semble entrer sérieusement en lice. Il y a un an à peine, la décomposition des chlorures par le courant électrique n'était pas un problème résolu. En réalité, la question était restée bornée à des essais d'une portée restreinte. Par exemple, on voyait figurer à l'Exposition de 1889 du chlorate de potasse préparé par voie électrolytique d'après une méthode imaginée par M. Gall et le comte de Montlaur. Déjà, à cette époque, l'auteur de cette revue avait pu se convaincre qu'il s'agissait bien là d'un procédé industriel sérieux, fonctionnant en demi-grand. Depuis, ces inventeurs ont fondé dans la Suisse française une fabrique utilisant 700 chevaux de force, qui livre maintenant du chlorate de potasse d'une façon régulière.

Cette solution du problème ne concerne cependant qu'un produit de consommation limitée. Il était encore beaucoup plus important de chercher à doubler les chlorures alcalins en soude (ou potasse) et en chlore, pour utiliser ensuite ce dernier sous une autre forme. Cette question était toujours restée sans solution pratique. Elle paraît cepen-

dant avoir fait un très grand pas dans le courant de l'année 1890 à la suite des recherches faites par la fabrique Griesheim à Francfort-sur-Mein. On y pratique actuellement en grand la décomposition électrolytique du chlorure de potassium qui sert ainsi à préparer la potasse et le chlorure de chaux. On prétend que toutes les difficultés auraient été surmontées et qu'en principe le même traitement serait applicable au sel marin. Il est difficile de dire à quelle époque ce traitement du chlorure de sodium entrera réellement dans le domaine des faits. Il n'y aurait, en effet, rien d'étonnant à ce que dans ce moment-ci la décomposition électrolytique du chlorure de sodium ne pût se faire à des conditions assez économiques pour lutter avec les anciennes méthodes. L'électrotechnique demande en effet à être encore travaillée et perfectionnée par un ensemble de recherches pratiques et scientifiques.

Dans un ordre d'idée très voisin on a proposé d'employer l'électrolyse pour le blanchiment des fibres textiles et de la pâte de papier. Des nombreux essais tentés dans cette voie les plus connus jusqu'à présent sont ceux de L'Hermite. Malgré la réclame considérable faite à leur sujet, ils n'ont pas eu de succès pratique durable.

Peut-être les procédés Kellner auront-ils plus de chance. Attaquant hardiment le problème, cet inventeur électrolyse le sel marin en solution pour produire dans la masse même à traiter les ingrédients nécessaires au blanchiment, la soude et le chlore. Il doit y avoir là de grandes difficultés d'installations à vaincre. D'après ce que l'on sait des premiers résultats obtenus en Angleterre par une des plus grandes fabriques de papier de ce pays, il faudrait croire qu'ils sont tout particulièrement favorables. On voit par là que l'année 1890 ne nous apporte aucune solution définitive; il est même prématuré d'en attendre une en 1891. Quoi qu'il en soit, si des procédés de ce genre devaient se généraliser, l'industrie du chlorure de chaux verrait se fermer un de ses principaux débouchés.

La fabrication de l'acide sulfurique passait autrefois — et avec raison, — pour la base indispensable de la grande industrie de la soude; aujourd'hui, elle perd peu à peu cette position et la perdra probablement tout à fait dans un avenir plus ou moins rapproché. La moitié environ de la soude consommée dans le monde entier ne se prépare plus au moyen du sulfate de soude, mais bien directement, à partir du sel marin; et pourtant, fait étonnant, la production totale d'acide sulfurique, bien loin de diminuer, est en augmentation continue. De fait, l'acide employé autrefois pour la préparation du sulfate a trouvé un vaste débouché dans la fabrication des superphosphates. Les engrais arti-

ficiels constituent, à l'heure actuelle, une des branches importantes de l'industrie chimique; ils sont du reste destinés à prendre encore une grande extension par suite de la découverte des gisements de phosphates de la Somme, de la Floride (Amérique du Nord), etc. Enfin, bien qu'on puisse tirer parti des scories du procédé Thomas, — (source très importante d'acide phosphorique) — après un simple broyage et sans leur faire subir aucun traitement chimique, on trouvera encore de larges emplois de l'acide sulfurique dans le traitement des phosphates minéraux et du noir animal, dans la préparation de l'acide nitrique. Cette dernière application devient considérable, non seulement pour obtenir l'acide nitrique pur, mais aussi pour préparer les mélanges nitriques des deux acides, mélanges employés en grand dans deux industries différentes: la fabrication des couleurs artificielles et celle des explosifs. Cet ensemble de débouchés variés nous expliquent pourquoi la production de l'acide sulfurique est destinée à suivre pendant longtemps encore une marche ascendante.

Il y aurait à enregistrer de nombreux perfectionnements apportés soit aux appareils, soit aux manipulations concernant la fabrication de l'acide sulfurique. L'auteur a pu s'en convaincre en réunissant les matériaux nécessaires à la rédaction de son nouveau traité sur la question, — traité qui doit paraître prochainement en Angleterre¹. Cependant, il n'y a à mentionner aucune modification fondamentale qui puisse intéresser les lecteurs de cette *Revue*. Les perfectionnements qui ont été proposés de divers côtés, en particulier par l'auteur, doivent encore subir la sanction d'une plus longue expérience. Il suffira donc de rappeler que ces propositions ont été fondées sur une nouvelle théorie de la formation de l'acide sulfurique, théorie, qui a été développée d'abord par l'auteur², et, peu après, d'une façon tout à fait indépendante, par M. Sorel³. Fait digne de remarque, des essais pratiques dans cette même voie avaient été tentés, il y a déjà plusieurs années, avec peu de succès du reste, parce que les conditions essentielles du procédé n'étaient pas encore bien connues.

On abandonne complètement aujourd'hui, comme n'étant plus soutenable, la théorie donnée par M. Raschig sur la formation de l'acide sulfurique; on se rappelle que, d'après cette conception, dont la hardiesse avait frappé l'imagination de bien des chimistes, il faudrait admettre que l'acide sulfu-

¹ Voir aussi les travaux de M. KIENLEN, *Moniteur Quésneville*, 1889 et 1890.

² *Berliner Berichte*, 1885, p. 1391; 1888, p. 67 et 3323.

³ *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, 1889, p. 240.

rique se forme aux dépens de dérivés hypothétiques de l'hydroxylamine ¹.

La fabrication de l'acide sulfurique fumant continue à faire des progrès en Allemagne. Elle est restée stationnaire en Angleterre et ne s'est pas encore acclimatée en France. Malgré tous les mystères dont on entoure cette question, on sait aujourd'hui que la plus grande partie de l'acide sulfurique fumant est préparée synthétiquement par le procédé C. Winkler : réaction de contact de l'acide sulfureux et de l'oxygène en présence de la mousse de platine chauffée. Les diverses installations ne diffèrent que sur des points de détails. Les uns emploient les gaz des fours à pyrite, les autres, au contraire, de l'acide sulfureux pur que l'on peut du reste retirer par la méthode Schröder-Hänsch des gaz pauvres des fours à pyrites. Ce dernier procédé a doté l'industrie d'un nouveau produit, le gaz sulfureux liquide que l'on expédie dans de forts récipients en fers ou dans des wagons spéciaux d'une contenance de 10.000 kilos. Les fabriques de sulfites, de cellulose à sulfite, les maisons de blanchiment, les fabriques employant des machines frigorifiques, trouvent là une matière première facile à manier, qui, pour le moment, ne se fabrique en grand qu'en Allemagne.

Le développement considérable de l'industrie des explosifs a donné une vigoureuse impulsion à la fabrication de l'acide nitrique. Depuis l'introduction des poudres sans fumée, cet acide tend à remplacer peu à peu le salpêtre et sa préparation a été l'objet de plusieurs perfectionnements, parmi lesquels il convient de citer ceux dus à M. Guttman relatifs à la condensation ². Plusieurs autres améliorations qui se sont produites dans des établissements d'État, sont encore tenues secrètes.

Le nombre des nouveaux explosifs croît avec une rapidité vertigineuse. Aujourd'hui on préconise l'emploi de l'éther sulfurique pour telle ou telle composition; demain, on ne voudra plus que de l'éther acétique, dont le succès n'aura pas une plus longue durée. Entre temps, on installe de grandes fabriques pour la préparation de ces produits auxiliaires, et, avant même qu'elles aient commencé à fonctionner, on signale de nouvelles inventions qui font abandonner complètement ces produits pour les remplacer par d'autres destinés à subir probablement le même sort. C'est une véritable fièvre.

Les poudres sans fumée sont toujours en honneur. Il est difficile de prévoir quelle sera la solution définitive donnée à ce problème. En ce moment les compositions d'Abel et Dewar en Angleterre, de

Nobel dans d'autre pays sont peut-être au premier rang des découvertes récentes.

Parmi les produits nouveaux touchant à la grande industrie, il convient de citer enfin la découverte de l'alun de soude de M. Augé ¹. On ne peut encore se prononcer définitivement sur l'importance technique de cette invention.

V

Nous terminerons cette revue par quelques considérations sur un métal dont la préparation sort du cadre des procédés métallurgiques usuels, et que nous avons par conséquent bien le droit de rattacher à l'industrie chimique : nous avons nommé l'aluminium. On sait que ce corps remarquable a été préparé pendant de longues années à Salindres (Gard) par le procédé de laboratoire de Wöhler et Deville. Les applications en étaient restées fort limitées.

Subitement, ces dernières années, ce métal a pris un tout autre rang dans l'industrie chimique aussi bien à l'état de pureté qu'à l'état d'alliages avec le cuivre, le zinc, l'étain, etc., et plus récemment avec le fer. Les termes de bronze d'aluminium, laiton d'aluminium, acier à l'aluminium sont maintenant couramment employés dans l'art des constructions mécaniques. Il est vrai que le métal pur n'est pas encore parvenu à y prendre pied, malgré son prix actuel qui ne représente plus que le 1/3 et même le 1/10 de ce qu'il était autrefois. On le voit, les changements dans l'industrie de l'aluminium se suivent avec une grande rapidité, parfois funeste pour ceux qui travaillent cette question.

Il y a deux ans à peine, on regardait comme impossible de préparer industriellement l'aluminium sans l'emploi du sodium métallique. Aussi, tous les inventeurs ont voué d'abord leurs plus grands soins à la préparation de ce métal qui n'était alors utilisé que dans les laboratoires. Grâce à ces recherches, on peut aujourd'hui s'en procurer facilement et à bon compte.

Mais, par une coïncidence curieuse, le sodium a été presque complètement abandonné dans la fabrication de l'aluminium. Les nouveaux procédés de Cowles (pour la préparation des bronzes), de Héroult et de Hall (pour la préparation du métal et de ses alliages) ont démontré que la méthode électrolytique proposée autrefois par Bunsen était la plus avantageuse.

On nous annonce enfin d'Amérique que l'on serait parvenu à retirer l'aluminium de l'argile par une méthode si simple, que le prix actuel de 15 francs par kilo devrait baisser dans l'avenir jusqu'à 1 franc par kilo, soit en dessous du prix du cuivre. On fera bien de n'accueillir ces récits

¹ *Annalen der Chemie*, v. 241, p. 242.

² *Zeitschrift für angewandte Chemie*, 1890, p. 507.

¹ *Moniteur Quesneville*, 1890, p. 857.

qu'avec les réserves les plus formelles. S'ils devaient se confirmer, il en résulterait des conséquences incalculables pour la construction des appareils et machines de toute nature. Mais on nous a si souvent annoncé de pareils résultats qu'il convient d'avoir des preuves palpables pour que nous puissions y donner créance.

G. Lunge,

Professeur à l'Ecole polytechnique de Zurich.

MATIÈRES COLORANTES ET PRODUITS ORGANIQUES

Il est très difficile de donner une idée à peu près exacte des progrès réalisés en une année dans l'industrie des matières colorantes et des produits organiques de synthèse.

La principale raison en est dans le mystère dont on entoure toutes les recherches sur ces questions. Les procédés ne viennent que peu à peu au jour, car les brevets, qui sont dans ce domaine une des sources d'information les plus importantes, ne paraissent souvent que très tardivement, après l'expiration des longs délais nécessités par les exigences des législations sur la matière.

En outre, il s'écoule presque toujours beaucoup de temps, depuis le moment où un procédé est expérimenté dans les laboratoires jusqu'à l'époque où il est assez perfectionné pour entrer réellement dans la pratique.

Pour ces motifs le lecteur ne s'étonnera donc pas de rencontrer parfois dans cette Revue spécialement consacrée à l'année 1890 quelques inventions dont les premières origines remontent à une époque un peu antérieure.

I

Par leur nombre, les couleurs azoïques sont toujours au premier rang. Elles sont l'objet d'études incessantes dans les laboratoires de recherches de toutes les grandes fabriques de matières colorantes.

Pour mettre convenablement en lumière les tendances nouvelles dans cet ordre d'idées, rappelons d'abord en quelques mots le chemin parcouru en ces dernières années. Les azoïques les plus employés comme produits tinctoriaux pouvaient se rattacher à deux groupes principaux dérivant, au point de vue théorique, d'un composé fondamental, l'azobenzine :



par remplacement d'un ou plusieurs atomes H par les groupes suivants, soit :

1° Les amido-azoïques : H remplacé par le groupe amidogène AzH^2 ;

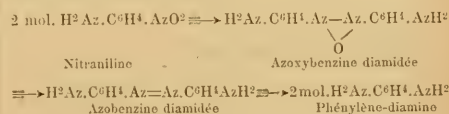
2° les oxy-azoïques : H remplacé par le groupe oxyhydride OH.

En outre, un ou plusieurs atomes H peuvent être remplacés par des groupes acides, SO^2H , CO^2H , qui donnent aux azoïques la propriété de se fixer sur la fibre ; de même, les deux radicaux phényles C^6H^5 peuvent être remplacés par des résidus plus complexes, tolyle $\text{C}^6\text{H}^4\text{CH}_3$, naphthyle C^{10}H^7 , etc. On voit par là sur quel nombre considérable de matières colorantes a pu s'exercer la sagacité et la patience des chimistes !

Malgré la grande étendue de ce champ de recherches, on l'a trouvé trop petit, et nous rendions compte, il y a un an, des travaux qui ont conduit aux composés présentant deux fois la fonction azoïque ($-\text{Az} = \text{Az}-$) et appelés pour cela *disazoïques* ou *tétrazoïques*.

Là ne se sont pas encore arrêtés les chercheurs, et la tendance dominante aujourd'hui est de greffer sur les azoïques déjà connus les fonctions chimiques les plus variées. Nous allons en citer quelques exemples.

J.M. Rosensthiel et Norrling ont traité la métanitriline par la poudre de zinc en solution alcaline, et l'ont ainsi transformée successivement en azoxybenzine diamidée, en azobenzine diamidée et en phénylène-diamine.

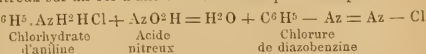


L'azoxybenzine diamidée peut être diazotée sur chacun de ses deux groupes AzH^2 , de sorte qu'en faisant réagir sur l' α -sulfo- α -naphtol, par exemple, le sel diazoïque formé, on obtient une superbe matière colorante, le *rouge de Saint-Denis*, plus éclatant encore que le *rouge turc*.

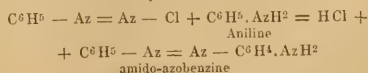
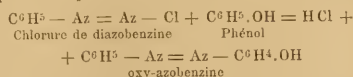
Cette réaction s'opère donc en deux phases : 1° formation d'un dérivé de l'azoxybenzine, et

1° La méthode générale de préparation des azoïques se prête, en effet, à une multitude de réactions. On se rappelle que cette méthode comporte deux opérations :

1° Formation d'un sel diazoïque par l'action de l'acide nitreux sur un sel d'une amine aromatique. Exemple :

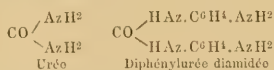


2° Réaction de ce sel sur un phénol ou sur une amine aromatiques. Exemples :

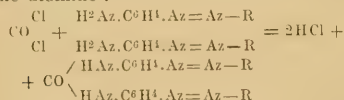


2^e réaction diazoïque. *M. Rosensthiel* a reconnu depuis qu'il y avait avantage à intervertir l'ordre des opérations, soit à diazoter la nitraniline, la combiner avec un phénol et réduire partiellement par une solution de glucose le produit ainsi formé. Dans ces conditions le rendement est théorique. En outre, si l'on opère à chaud avec un excès de glucose, on obtient presque quantitativement l'azobenzine diamidée. Ces intéressantes recherches fournissent donc les moyens de préparer tous les diazoïques dérivés soit des azoxybenzines, soit des azobenzines diamidées.

La *Société badoise* a fait breveter des dérivés de la diphenylurée diamidée :



On les prépare en faisant réagir le gaz chloroxy-carbonique sur les mono-azoïques de la paraphénylène-diamine :



Les mono-azoïques de la paraphénylène-diamine sont eux-mêmes obtenus en diazotant son dérivé mono-acétylé $\text{H}^2\text{Az.C}^6\text{H}^4.\text{AzH}.\text{COCH}^3$, en combinant le sel diazoïque formé avec un phénol : l'acide salicylique pour la préparation du *jaune coton G*, l'acide naphthionique pour la préparation du *rouge saumon*. Par un traitement à la soude on élimine ensuite le groupe acétylé COCH^3 sous forme d'acétate de sodium, et il ne reste plus alors qu'à faire réagir le gaz chloroxy-carbonique ¹.

On fait aussi des azoïques dérivant des oximes. On savait que les diamines des cétones ², la diamidophénylcétone par exemple $\text{CO}(\text{C}^6\text{H}^4.\text{AzH}^2)^2$, ne donnent pas de couleurs azoïques teignant directement sur coton. Il n'en est plus de même lorsqu'on combine au préalable cette cétone avec l'hydroxylamine $\text{AzH}^2.\text{OH}$. On obtient ainsi une diamine de la formule : $\text{OH.Az} = \text{C} = (\text{C}^6\text{H}^4.\text{AzH}^2)^2$. C'est cette dernière qui par diazotation et combinaison avec des corps à fonction phénolique, se transforme en matières colorantes teignant directement sur coton ³.

La maison *F. Bayer et Co* a décrit aussi des azoïques dérivant de l'oxyde de phényle diamidé $\text{H}^2\text{Az.C}^6\text{H}^4.\text{O.C}^6\text{H}^4.\text{AzH}^2$.

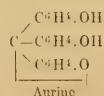
On devait déjà à l'industrie des matières colorantes la fabrication en grand de plusieurs produits dont la préparation était réputée fort délicate dans les laboratoires : l'oxychlorure de carbone, le trichlorure de phosphore, l'éther acétique, la phénylhydrazine, etc. A cette liste on peut donc ajouter les composés sur lesquels nous venons d'attirer l'attention, soit l'hydroxylamine, les dérivés diamidés de l'azoxybenzine, de l'azobenzine.

A mentionner enfin, avant de quitter le chapitre des diazoïques, la découverte de la première matière colorante verte appartenant à ce groupe ⁴. C'est un dérivé de la dioxynaphthaline 1.8, dont nous parlerons plus loin.

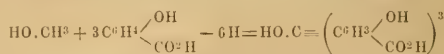
II

Les couleurs dérivées du triphénylméthane $\text{CH}(\text{C}^6\text{H}^5)^3$ ont été l'objet de bien des études; il semble qu'il doit être difficile de trouver du neuf en cette voie. Cependant, on peut signaler quelques travaux intéressants relatifs à des dérivés de l'aurine, aux benzéines et aux rhodamines.

Commençons par l'aurine qu'on peut regarder comme un dérivé du triphénylméthane dans lequel on aurait remplacé 3H par 3OH, soit $\text{CH}(\text{C}^6\text{H}^4.\text{OH})^3$ corps qui perd immédiatement une molécule d'eau :

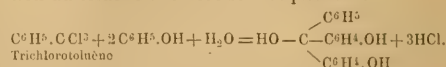


On a obtenu un dérivé tricarboxylé de l'aurine, vendu sous le nom de *violet de chrome*, en faisant réagir l'acide salicylique sur l'alcool méthylique, en présence d'un oxydant tel que l'acide nitreux :



Cette réaction a été découverte par les chimistes de la fabrique *Geigy* de Bâle ².

On se rappelle que les dérivés les plus simples des benzéines avaient été obtenus autrefois par l'action du toluène trichloré sur les phénols :



Le pouvoir tinctorial des composés préparés de la sorte avait été trouvé insuffisant. Aujourd'hui, la question a été reprise en remplaçant les phénols par leurs dérivés amidés et, particulièrement, par le méta-amidophénol diméthylé ou diéthylé :



¹ *Färberei und Musterzeitung*, 1890, p. 229.

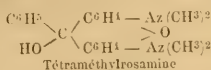
² *Chem. Ber.*, 1890, Ref. 163.

¹ *Chem. Ber.*, 1890, Ref. 307.

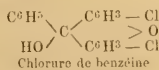
² Nous adoptons pour les dérivés appelés autrefois « acétoniques » les dénominations plus simples de « cétoniques », « cétones », etc., qui sont actuellement employées dans le nouveau supplément du Dictionnaire de Wurtz en cours de publication.

³ *Chem. Ber.*, 1890, Ref. 535.

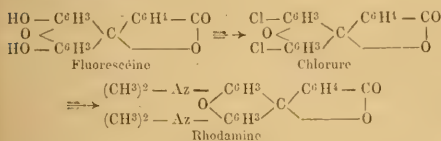
En faisant réagir le toluène trichloré sur ce corps diméthylé, on obtient une *rosamine* brevetée par la Société pour l'industrie chimique de Bâle¹ :



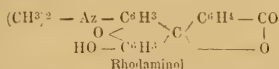
Dans les laboratoires des anciens établissements *Meister Lucius et Brünning* on a obtenu le même composé en faisant réagir la diméthylamine sur le chlorure de benzéine² :



Une méthode analogue avait déjà permis de préparer la rhodamine à partir d'un chlorure qui se forme lorsqu'on fait réagir le chlorure de phosphore sur la fluorescéine :



Depuis, d'autres travaux ont démontré que l'on pouvait passer directement de la fluorescéine à la rhodamine par l'action à chaud de la diméthylamine sur la première de ces deux substances. Il se forme en même temps un composé intermédiaire — le rhodaminol, — soluble dans les alcalis, teignant la soie en brun saumon fluorescent :

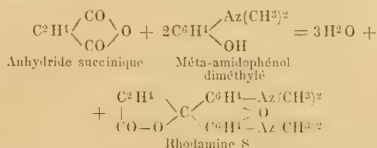


Cette réaction a été l'objet de deux brevets, l'un pris par la Société des matières colorantes de Saint-Denis³, l'autre par la Manufacture lyonnaise de matières colorantes⁴.

La formation de ces deux corps avait été découverte plusieurs mois auparavant par *M. Grimaux* qui avait déposé à ce sujet un pli cacheté à la Société industrielle de Rouen⁵.

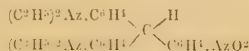
La fabrique *F. Bayer et Co* a remplacé l'anhydride phthalique employé dans la préparation usuelle de la rhodamine par l'anhydride succinique⁶; la matière colorante ainsi obtenue n'est plus un dérivé du triphénylméthane ; mais, vu l'analogie

du mode de formation, on lui a donné le nom de *rhodamine S* :

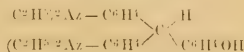


La rhodamine S teint le coton non mordancé en rose ; son pouvoir colorant serait cinq fois plus fort que celui des rhodamines ordinaires.

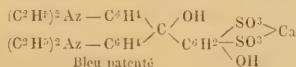
La fabrique *Meister Lucius et Brünning* a organisé la fabrication d'un dérivé du triphénylméthane, le *bleu patenté*, dont la préparation est assez intéressante¹. La méthanitrobenzaldéhyde est condensée avec la diéthylaniline :



Ce dérivé nitré du triphénylméthane est réduit : le groupe AzO^2 est ainsi transformé en AzH^2 , puis, par une des réactions de Griess, en OH :



Ce composé phénolique est enfin transformé par l'action de l'acide sulfurique en acide disulfonique, puis oxydé : le sel de chaux de l'acide disulfonique formé n'est autre que le *bleu patenté* :



III

L'indigo de synthèse n'a pas encore détrôné l'indigo naturel. Bien que l'on ait fait un pas de plus en avant sur la voie qui pourrait peut-être conduire à une solution de la question, il faut avouer que la lutte avec le produit naturel devient de jour en jour plus difficile. Par un choix convenable des espèces, on avait déjà amélioré le rendement des cultures. D'après des observations récentes de *M. Schrottky*², il y aurait encore possibilité de tirer un meilleur parti du produit naturel en empêchant ou en réglant certains phénomènes de fermentation qui se produisent dans les cuves aux dépens de la matière colorante.

Quoi qu'il en soit de ces résultats, il convient de signaler deux synthèses récentes de l'indigo qui sont encore loin de donner des résultats pratiques applicables dans l'industrie, mais qui sont cependant fort intéressantes par la manière nouvelle dont le problème a été abordé.

¹ *Moniteur Quesneville*, 1890, p. 292.

² *Chemische Industrie*, 1890, cahier 19.

³ *Moniteur Quesneville*, 1890, p. 1206.

⁴ *Moniteur Quesneville*, 1890, p. 1211.

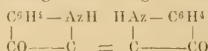
⁵ *Bull. Soc. Chim.*, 1891, p. 2. Pli cacheté du 25 mai 1889.

⁶ *Chem. Ber.*, 1890, Ref. 532.

¹ Voir *ULRICH. Chem. Zeitung*, 1889, p. 1702.

² *Leipziger Monatshefte. f. Textilind.*, 1890, p. 17.

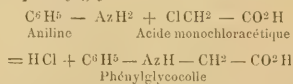
On se rappelle que les belles recherches de M. Bayer ont assigné à l'indigo la formule :



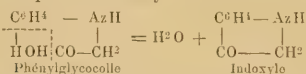
Les groupes AzH et CO, en relation avec le noyau benzénique, étant en position ortho, toutes les synthèses de l'indigo ont été effectuées jusqu'à présent à partir de nitrodérivés de la benzène appartenant à la série ortho : acide orthonitrocinamique, orthonitrobenzaldéhyde, etc.

Pratiquement, la préparation de ces orthodérivés présente de grandes difficultés et ne peut se faire à des conditions assez économiques pour que l'indigo de synthèse puisse lutter comme prix avec le produit naturel.

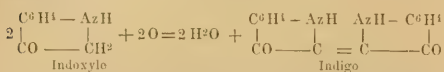
M. Heumann¹ a donc retourné le problème et a cherché à construire le noyau caractéristique de l'indigo à partir d'une aniline substituée. En faisant réagir l'acide monochloracétique sur l'aniline, il se forme du phénylglycolle :



Si l'on parvenait à déshydrater ce phénylglycolle en lui enlevant une molécule d'eau au dépens du carboxyle et du noyau benzénique, de telle façon que la chaîne se ferme en ortho relativement au groupe AzH, on devrait obtenir l'indoxyle ou pseudo-indoxyle :

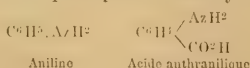


Or, comme on sait que l'indoxyle se transforme quantitativement en indigo par l'action des oxydants les plus faibles, tels que l'oxygène de l'air, la synthèse de l'indigo se trouverait ainsi effectuée :

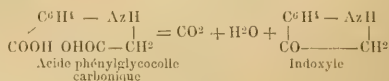


C'est à ce résultat que M. Heumann est parvenu en chauffant le phénylglycolle avec de la soude au-dessus de 200°, en reprenant la masse fondue par l'eau et en dirigeant un courant d'air dans cette solution. Cette action de la soude comme agent de condensation ne laisse pas que d'être assez curieuse.

Cette réaction a été ensuite appliquée à l'acide anthranilique, qui représente l'aniline dont un des atomes H est remplacé par un carboxyle CO²H :



Par l'action de l'acide monochloracétique, l'acide anthranilique se transforme en acide phénylglycolle-carbonique, et celui-ci, fondu avec la soude, perd de l'acide carbonique pour se convertir en indoxyle :

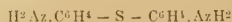


Jusqu'à présent, et d'après ce qu'on en sait, on n'est pas encore parvenu à améliorer les rendements de ces deux réactions ; ils sont encore si défectueux que l'on ne peut encore songer à les utiliser industriellement. L'avenir nous apprendra, s'il y a là le point de départ d'un procédé réellement pratique ou s'il ne s'agit seulement que d'intéressantes réactions de laboratoire.

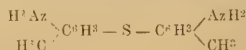
Nous ne quitterons pas ce sujet de l'indigo sans mentionner le fait que, d'après une note de M. Durand, Huguenin et C^o de Lyon, l'emploi du mélange d'indigo (3 parties), et d'indophénol (1 partie), présente de sérieux avantages en teinture. Il permettait de remplacer la solution réductrice d'hydrosulfite par le sulfate ferreux ou la poudre de zinc.

IV

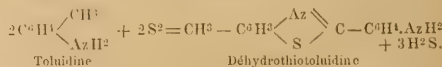
On a beaucoup travaillé ces derniers temps sur les matières colorantes soufrées, tant au point de vue technique qu'au point de vue scientifique. Quelques nouveaux produits sont actuellement préparés industriellement. Pour mettre un peu de clarté dans cet exposé, nous rappellerons d'abord que d'après une observation ancienne de M. Mertz et Weith, le soufre réagit sur l'aniline en donnant de la thio-aniline :



Si l'on remplace l'aniline par la paratoluidine, on obtient le thiodérivé correspondant :



Mais si l'on opère à une température plus élevée, en présence d'un excès de soufre, la réaction se passe tout autrement, et l'on obtient une base contenant deux atomes H de moins que la thiotoluidine : la déhydrothiotoluidine.

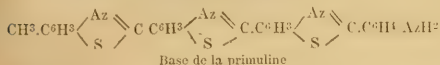


En même temps, et par suite de l'action ultérieure du soufre sur la déhydrothiotoluidine, il se forme une autre base dont la constitution est vrai-

¹ Chem. Ber., 1890, p. 3043 et 3131.

¹ Fürberzeitung, 1889-90, p. 146.
Chemiker Zeitung Rep. 1890, p. 37.

semblablement représentée par la formule suivante (M. Gattermann et Pfintziger)¹ :



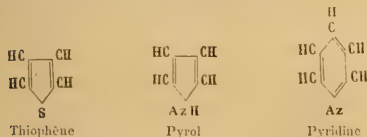
Cette base — appelée *base de la primuline* — est ensuite transformée en acide sulfonique dont le sel de soude est vendu comme matière colorante jaune sous les noms de *primuline*, *sulfine*, *auréoline* etc. La primuline teint le coton non mordancé.

La base de la primuline ainsi que la thiotoluidine et la déhydrothiotoluidine, contiennent un groupe AzH^2 . Elles peuvent donc être diazotées, et les sels diazoïques, combinés à des corps de fonctions phénoliques ou basiques. Plusieurs brevets ont été pris dans ce sens par la *Clayton Aniline Compy*, par la *Société Badoise*, par la *Société pour l'Industrie chimique de Bâle*, par les fabriques *F. Baeger et Co* et *Oehler*. Les matières colorantes ainsi obtenues sont jaunes.

Les dérivés de la primuline et de la déhydrothiotoluidine sont caractérisés par la chaîne fermée :



On a donné le nom de *thiazol* à ce noyau dont la structure rappelle à la fois celle du thiophène et celle du pyrol ou plutôt de la pyridine :

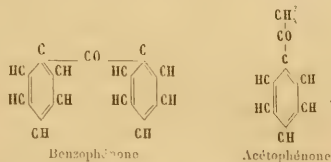


La fonction thiazol est donc une fonction colorante; elle représente ce que l'on est convenu d'appeler un *chromophore*².

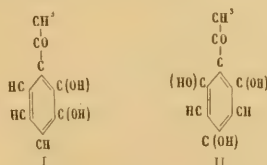
V

Pour donner une idée un peu nette des progrès récents de l'industrie des matières colorantes, il nous resterait à entrer dans quelques détails sur diverses recherches faites dans les groupes des indulines, des oxazines, des dérivés de l'alizarine, des azines, etc.; nous aurions également à rapporter les travaux qui ont conduit à des méthodes nouvelles pour la préparation de produits déjà connus. Ces détails intéressants plus particulièrement les spécialistes, nous les laisserons de côté en nous limitant à quelques considérations sur les couleurs oxycétoniques dont les propriétés tinctoriales méritent d'attirer l'attention³.

Ces composés peuvent être considérés comme des dérivés de la benzophénone et de l'acétophénone ou de leurs homologues, dans lesquels on aurait remplacé deux atomes H par deux groupes hydroxyles OH :



Mais, fait très intéressant, les seuls dérivés capables de donner des laques avec l'oxyde de chrome, et par conséquent se prêtant à des applications, sont caractérisés par ce fait que deux groupes OH au moins sont en position ortho (1, 2) l'un relativement à l'autre :



Ainsi, pour fixer les idées, le composé I donnera des laques et sera susceptible de recevoir des applications en teinture; car deux groupes OH sont en ortho. Le dérivé II, alors même qu'il contient 3 groupes (OH), restera sans action sur les oxydes de chrome et n'aura pas de valeur tinctoriale: aucun de ses groupes (OH) ne se trouve en position ortho relativement à l'un d'entre eux.

C'est évidemment là un fait très curieux sur lequel M. de Kostanecki a tout particulièrement attiré l'attention. Cependant les travaux les plus récents ont montré que cette règle, qui semblait absolument générale, est en défaut avec les dérivés de la di-oxy-naphtaline 1.8.

Les deux groupes OH dans cette position semblent jouer le même rôle que dans la position ortho en ce qui concerne la possibilité de former des laques avec les mordants de chrome.

Ce fait doit certainement être rapproché de la transformation facile de l'acide dicarbonique 1.8 de la naphtaline en un anhydride interne analogue à l'anhydride phthalique :



Quoi qu'il en soit, ces faits démontrent une fois de plus les relations inattendues qui peuvent exis-

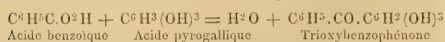
¹ Chem. Ber., 22, 1063.

² Voir sur les primulines : *Moniteur Quesneville* 1890, p. 811.

³ Chem. Ber., 1890, Ref. 43 et 168.

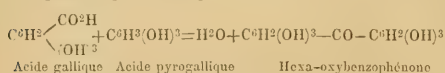
ter entre les propriétés colorantes des corps et leur constitution chimique. Ces intéressantes questions devant être traitées ici même par M. Noeltling avec toute la compétence d'un spécialiste, nous nous bornons à les signaler en passant, et nous revenons au mode de formation des oxycétones. En principe, la *Société Badoise* a fait breveter deux types de préparation :

1^o Condensation d'un acide gras ou aromatique avec l'acide pyrogallique. Exemples :

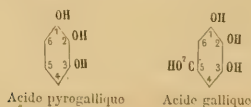


D'après des informations récentes ¹, l'acide benzoïque pourrait être remplacé par le toluène trichloré $\text{C}^6\text{H}^5\cdot\text{CCl}_3$, lequel — on le sait — peut engendrer facilement de l'acide benzoïque.

2^o Condensation de l'acide gallique avec un phénol quelconque. Exemple :



Il est presque inutile d'ajouter que l'acide pyrogallique dans le premier cas, l'acide gallique dans le second, représentent les composés ortho-di-hydroxylés nécessaires à ces réactions :



VI

Les grandes fabriques de matières colorantes sont dotées d'un outillage perfectionné; elles disposent d'excellents laboratoires de recherches dirigés par un véritable état-major de chimistes distingués. L'étude des produits physiologiques de synthèse rentre donc naturellement dans le cadre de leur activité. Et, de fait, on les voit peu à peu ajouter cette nouvelle fabrication à celle des matières colorantes.

Ce rapprochement entre deux branches en apparence si différentes de l'industrie chimique est d'autant plus indiqué aujourd'hui que l'on a reconnu à plusieurs matières colorantes des propriétés thérapeutiques marquées. Ainsi, d'après M. Ghillany ², le bleu de méthylène $\text{C}^{16}\text{H}^{18}\text{Az}^2\text{SCL}$, un dérivé du violet de Lauth, produirait en injections sous-cutanées des effets calmants très accentués. Toute une série de couleurs dérivées du diphenylméthane et du triphénylméthane constitueraient d'excellents antiseptiques³; tel serait en particulier le cas du violet méthylé et de l'auramine.

Le succès obtenu par l'antipyrine comme anti-

thermique était de nature à tenter les chercheurs. On a donc préparé dans le même but un nombre considérable de dérivés de la phénylhydrazine. Malheureusement, aucun d'entre eux n'a donné les résultats qu'on en attendait. MM. Kobert, Unverricht, Henitz ² qui les ont étudiés, ont constaté que tous, sauf l'antipyrine, avaient une action nocive sur le sang.

Le nombre des antiseptiques proposés n'est pas moins grand. Ne pouvant nous prononcer sur leur valeur, nous nous bornerons à mentionner le fait que le phénol est maintenant fabriqué synthétiquement à l'état de grande pureté par fusion sodique du phényl-sulfonate de sodium. Ce résultat a été obtenu tout d'abord par *MM. Gilliard, P. Monnet et Cartier*, dont les produits figuraient déjà à l'Exposition de 1889, et, peu après, par la *Société Badoise*. Ces deux fabriques étaient déjà connues pour la préparation de la résorcine médicinale par une méthode analogue.

La maison *Gilliard, Monnet et Cartier* fabrique aussi le chlorure d'éthyle comme anesthésique; il est d'un emploi plus facile que le chlorure de méthyle et produit les mêmes effets.

Sous les noms de quiono-iodine, d'aristol, d'iodothymol, d'iodonaphtol, d'iodol, de sozo-iodol, etc. on propose toute une série de dérivés iodés, plus ou moins complexes destinés à remplacer l'iodoforme.

A part quelques rares produits dont le succès est encourageant, l'industrie des corps physiologiques de synthèse n'a donc pas encore donné tous les résultats qu'on en attendait. Il est vrai qu'elle en est à ses débuts, qu'elle cherche sa voie. Malgré des recherches très intéressantes et des études isolées fort bien faites sur les relations qui peuvent exister entre les effets physiologiques des corps et leur constitution chimique, on n'a encore trouvé aucune théorie générale permettant de préparer à peu près à coup sûr des produits ayant une action donnée sur l'organisme vivant. On ne possède pas encore le fil conducteur qui permettra de s'orienter au milieu de ces faits d'une nature particulièrement délicate. A vrai dire, on pourrait se passer pour le moment d'une théorie rigoureusement et scientifiquement établie. Il suffirait d'une méthode un peu empirique, comme celle des groupes chromophores, chromogènes, auxochromes, etc.; l'industrie des produits physiologiques en retirerait certainement de grands avantages et prendrait une rapide extension.

Philippe A. Guye,
Docteur en sciences.

¹ Travaux de : MM. Penzoldt et Boeckh (*Arch. f. exp. Patholog. et Pharmacol.* 1890.) M. Stilling (*Anilinfarbstoffe als Antiseptica*, Strassbourg 1890).

² *Pharm. Centralblatt*, 1890, p. 60.

¹ *Chemiker Zeitung*, 1891, p. 44.

² *Zeitsch der Oesterreichen Apothekerzeits* 1890, p. 318.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1^{re} Sciences mathématiques.

Huygens (Christiaan). — *Œuvres complètes, publiées par la Société hollandaise des sciences*. 3 vol. (105 fr.), La Haye, Martinus Nijhoff, et Gauthier-Villars 53 quai des Grands-Augustins, 1891.

C'est à l'Académie royale des Sciences d'Amsterdam que revient l'honneur d'avoir décidé la publication des manuscrits d'Huygens; dans la séance du 28 octobre 1882, de la section des sciences, à l'occasion d'un projet de statue à élever à l'illustre savant, M. Van der Sande Backhuysen faisait remarquer « qu'on pourrait atteindre le but proposé, fonder un monument en l'honneur de Huygens, et en même temps rendre à la science un signalé service, soit en faisant paraître une nouvelle édition de ses œuvres, soit en publiant ses écrits restés inédits, ainsi que sa correspondance. »

Cette proposition fut adoptée et l'Académie se préoccupa de la réaliser. La Commission qu'elle nomma à cet effet se mit à l'œuvre avec énergie et ne tarda pas à se trouver en présence de plus de 2.600 pièces, rien que pour la correspondance. Il devenait impossible, avec les moyens dont disposait l'Académie, de réaliser une pareille publication; elle s'adressa alors à la Société hollandaise des Sciences de Harlem, qui accepta avec enthousiasme de prendre part à cette noble tâche et qui, depuis 1888, a fait paraître successivement trois volumes de la Correspondance.

Cette magnifique publication, éditée avec un grand luxe, fait le plus grand honneur à ceux qui l'ont conçue et exécutée; elle constitue non seulement un hommage à la gloire de Huygens, tout à fait digne d'elle, mais encore un service rendu à tous ceux qui s'intéressent au développement des idées mathématiques et veulent étudier le mouvement scientifique du *xvii*^e siècle.

L. O.

Goursat (E.), *Maître de Conférences à l'Ecole normale supérieure*. — *Leçons sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre*. Rédigées par C. Bourlet, (12 fr.) Hermann, 8 rue de la Sorbonne, Paris, 1890.

On sait à quel degré de perfection la théorie des équations aux dérivées partielles du premier ordre a été portée, depuis Lagrange et Cauchy, ses fondateurs, par les travaux de Jacobi, de Mayer, de M. Darboux et du grand géomètre suédois, M. Sophus Lie. Cette théorie formait dès à présent un tout assez complet pour faire regretter l'absence d'un ouvrage d'exposition qui lui fût consacré et destiné à présenter l'ensemble des résultats acquis.

Le jury d'agrégation, en inscrivant au programme de 1890 les principales notions relatives aux équations aux dérivées partielles du premier ordre, a fourni à M. Goursat l'occasion de combler cette lacune. Dans une série de leçons faites à la Faculté des Sciences de Paris, il part des premiers principes pour amener progressivement ses auditeurs jusqu'aux derniers résultats obtenus par M. Sophus Lie.

Après avoir reproduit la célèbre démonstration de Mme Kowalewska relative à l'existence des intégrales, M. Goursat expose, en la précisant sur quelques points, particulièrement en ce qui regarde les solutions singulières, la théorie classique des équations linéaires et place immédiatement après l'étude des systèmes complets, puis celle des équations aux différentielles totales, qui n'intervient que comme auxiliaire de la précédente. Cette disposition oblige l'auteur à renverser l'ordre suivi par Mayer.

Avec le quatrième chapitre commence la théorie des équations de forme quelconque, telle que l'a conçue Lagrange. Puis viennent la théorie des caractéristiques, introduite d'abord sous la forme même donnée par Cauchy, la première méthode de Jacobi, et la méthode de Jacobi et Mayer, ainsi que le théorème par lequel M. Lie ramène l'intégration d'un système du premier ordre à celle d'une équation unique.

C'est alors, et après un chapitre consacré à l'étude géométrique des intégrales et des solutions singulières, d'après l'important mémoire de M. Darboux, que M. Goursat généralise avec M. Sophus Lie les notions d'intégrale et de caractéristique, de façon à relier entre elles les méthodes, si opposées en apparence, de Cauchy et de Mayer.

Enfin arrivent les deux principales théories par lesquelles M. Sophus Lie a transformé la question de l'intégration des équations du premier ordre : la théorie des transformations de contact et la théorie des groupes. La première ramène les méthodes données précédemment à une seule : « Pour intégrer une équation aux dérivées partielles du premier ordre, « on détermine une transformation de contact dans laquelle la nouvelle variable z soit précisément le « premier membre de l'équation proposée. » Quant à la théorie des groupes, elle donne à l'intégration la plus grande simplicité possible en permettant d'utiliser, dans la méthode de Jacobi et Mayer, les intégrales qui interviennent dans la méthode de Cauchy.

Ajoutons que la rédaction de ces Leçons fait le plus grand honneur à M. Bourlet.

I. HADAMARD.

Souchoy (Abel). — *Traité d'astronomie théorique contenant l'exposition du calcul des perturbations planétaires et lunaires et son application à l'explication et à la formation des tables astronomiques, avec une Introduction historique et de nombreux exemples numériques. Ouvrage dédié aux astronomes, aux marins et aux élèves de l'enseignement supérieur*, 504 pages in-8°. (16 fr.) Georges Carré, éditeur, 58 rue Saint-André-des-Arts, Paris, 1891.

L'ouvrage se compose de deux parties principales : l'exposition du calcul des perturbations planétaires et lunaires (p. 37-368) et la construction et l'usage des tables astronomiques (p. 368-491).

En 1883, l'auteur a publié un *Traité d'astronomie pratique*, contenant l'exposition du calcul des Ephémérides astronomiques et nautiques, d'après la méthode en usage dans la composition de la *Connaissance des Temps* et du *Nautical Almanac*. L'ouvrage actuel forme une sorte de complément au premier, puisque la seconde partie enseigne avec détails l'usage des tables astronomiques de Le Verrier et le calcul des lieux des planètes pour une époque donnée; mais en même temps, l'auteur a voulu, dans les 300 pages de la première partie, exposer les principes du calcul des perturbations.

M. Souchoy nous semble avoir été peu heureusement inspiré en prenant et surtout en mettant en pratique l'épigraphie placée en tête du livre : « il n'est pas nécessaire qu'un même ouvrage contienne tout ce qu'il était possible d'y mettre, il y en a d'autres; l'important est qu'il contienne des choses utiles, qui ne se trouvent pas ailleurs. » N'est ce pas, par exemple, dépasser les limites raisonnables que de consacrer 26 pages aux coefficients de Laplace et 27 aux perturbations de second ordre et des ordres supérieurs par rapport aux masses, c'est-à-dire autant et plus que Le Verrier dans le tome II des *Annales de l'Observatoire*,

alors surtout que la théorie de la Lune est traitée sommairement ? Comment se fait-il aussi que, au courant comme il l'est de l'histoire de la Science, l'auteur parle avec détails des travaux de M. Liouville et de M. Gascheau (et non Gaschard) sur l'examen de certaines conditions de stabilité des deux solutions particulières du problème des trois corps trouvées par Lagrange, et oublie de mentionner le nom de Poisson, en parlant de l'invariabilité des grands axes lorsqu'on a égard aux termes du second ordre ?

Laissons de côté les critiques, pour dire que l'ouvrage, précédé d'une intéressante introduction historique de 36 pages, avec un chapitre sur la théorie de la Lune de Newton, est d'une lecture facile. Les six livres de la première partie contiennent la théorie du mouvement elliptique et celle du mouvement troublé (exposée d'après la méthode de la variation des constantes arbitraires) ; le développement en séries de la fonction perturbatrice ; les théories des inégalités séculaires et périodiques (avec une application numérique intéressante à une inégalité à longue période de la petite planète Concordia), enfin les perturbations d'ordre supérieur par rapport aux masses. Le dernier livre, consacré à la Lune, contient l'exposé des principales découvertes de Newton, de rapides indications sur la théorie de la Lune de Delaunay et une analyse du célèbre mémoire de Lagrange sur le problème des trois corps.

Quant à la seconde partie de l'ouvrage (construction et usage des Tables astronomiques), les relations de l'auteur avec la *Connaissance des Temps* lui donnaient une compétence particulière pour l'écrire. Le livre de M. Souchon sera sans doute consulté avec profit par les jeunes astronomes désireux de s'initier aux tables astronomiques.

O. CALLAUDREAU.

2° Sciences physiques.

Vaschy, Ingénieur des télégraphes, Examinateur d'admission à l'Ecole polytechnique. — *Traité d'Electricité et de Magnétisme*. Cours professé à l'Ecole supérieure de télégraphie. 2 volumes, (25 fr.), Baudry et Cie, 15 rue des Saints-Pères, 1890.

Une première édition de l'excellent cours de mesure électrique de M. Vaschy avait été autographiée en 1888 à un petit nombre d'exemplaires par les soins de l'Ecole supérieure de télégraphie. Cette première édition, quoique constituant déjà une œuvre très personnelle, était une reproduction partielle du cours professé à cette école par le regretté M. Raynaud.

M. Vaschy a repris, coordonné de nouveau et complété les diverses parties de son cours ; il y a joint de très importants développements qui avaient fait l'objet d'un grand nombre de notes publiées par lui dans les Comptes rendus de l'Académie des Sciences, les Annales télégraphiques, etc., et c'est cet ensemble, absolument transformé, qui vient de paraître. L'ouvrage, sous cette rédaction définitive, comprend deux parties nettement séparées en deux volumes : la seconde a conservé le caractère d'un exposé pratique de mesure électrique ; la première est un traité théorique très large de l'électricité et du magnétisme.

Le premier volume forme un tout complet. Il comprend à lui seul l'ensemble de la théorie de la science électrique. L'auteur, pour abréger les préliminaires, suppose connus les principaux phénomènes dont on trouve la description dans les ouvrages élémentaires de physique. Evitant toute hypothèse insuffisamment justifiée sur la nature des phénomènes électriques et la structure moléculaire des corps, il définit rigoureusement, dans chaque théorie, la loi expérimentale qui sert de point de départ et s'attache à appuyer ses déductions que sur des données sûrement démontrées par des faits observés. Quelques hypothèses restent néanmoins nécessaires, dans l'état actuel de la science, pour assurer l'explication de tous les phénomènes. M. Vaschy les réduit à deux : la première, d'après la

quelle la variation du flux d'induction d'un tube de force dans un diélectrique donnerait lieu aux mêmes effets magnétiques qu'un courant ; la seconde, qui se traduit, soit par la conservation du flux d'induction électrique ou magnétique le long d'un tube de force, soit par l'existence de la polarisation des diélectriques ou de l'aimantation induite. Ces deux hypothèses sont d'ailleurs justifiées, *à posteriori*, par l'exactitude des déductions auxquelles elles conduisent.

Beaucoup de chapitres présentent des démonstrations ou des aperçus empreints d'une grande originalité. On ne pourrait, dans une notice aussi sommaire, attirer l'attention du lecteur sur tous les points intéressants de l'ouvrage. Il me semble toutefois impossible de ne pas signaler quelques paragraphes où sont traitées, d'une façon toute personnelle, avec autant de clarté que de rigueur, des questions particulièrement difficiles : rapport des unités, — loi de Coulomb, — polarisation des diélectriques, — attraction et répulsion des diélectriques par les corps électrisés, — transmission des actions électriques par le milieu diélectrique, — application du principe de Carnot, — conduction et induction simultanées, — nature du courant électrique, — écrans magnétiques, — aimantation par influence, — feuillets magnétiques, — énergie potentielle des feuillets, — action d'un courant sur un aimant, — aimantation par les courants, — énergie relative d'un courant et d'un aimant, — énergie relative de deux courants, — théorie de l'induction, — potentiel vecteur électro-magnétique.

Enfin, tout le dernier chapitre du tome premier sera lu avec le plus vif intérêt : l'auteur y présente, sous une forme absolument originale et personnelle, la théorie de Maxwell relative aux propriétés du champ électro-magnétique en écartant plusieurs hypothèses qui lui paraissent inutiles, notamment celle du déplacement électrique.

Au point de vue des applications, le livre de M. Vaschy envisage principalement la télégraphie. Il n'existe pas, à ma connaissance, d'autre ouvrage qui traite avec autant d'ampleur, avec une sûreté aussi magistrale, les problèmes si nombreux et si difficiles dont la solution est inspirée aux ingénieurs télégraphistes par l'emploi des lignes à self-induction et à capacité, l'usage des appareils rapides, l'extension de la téléphonie à des distances de plus en plus grandes. Tous les cas pratiques sont étudiés, la plupart des solutions sont nouvelles et dues à M. Vaschy, et l'intérêt des questions traitées est augmenté par l'élégance des méthodes analytiques et l'habile développement des calculs.

Ces problèmes, l'exposé des méthodes de mesures, la description et la théorie des appareils font l'objet du deuxième volume.

F. DE NERVILLE.

Amagat, Membre correspondant de l'Académie des Sciences. — *Nouvelles méthodes pour l'étude de la compressibilité et de la dilatation des liquides et des gaz*. Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 8 décembre 1890.

Depuis de longues années, M. Amagat effectue des recherches sur l'élasticité des corps sous leurs différents états, et les résultats extrêmement étendus qu'il a obtenus ont seuls permis de vérifier l'exactitude des formules de MM. Van der Waals, Clausius et Sarrau. Jusqu'ici, pour mesurer les volumes du fluide sous de très fortes pressions (certaines expériences ont été poussées au delà de 3.000 atmosphères), M. Amagat soudait dans son piézomètre un certain nombre de fils de platine, et chaque fois que le mercure arrivait au contact de l'un d'eux, un courant électrique actionnant une sonnerie en avertissait l'expérimentateur. L'habile physicien est parvenu actuellement à construire un appareil dans lequel il peut opérer jusqu'à des pressions de 1.000 atmosphères et à des températures supérieures à 200°, en suivant la colonne de mercure avec un viseur. Le bloc d'acier qui contient le piézomètre porte des regards fermés par des cylindres de quartz à

travers lesquels on voit très nettement le niveau du mercure. Pour pouvoir suivre les déplacements, on élève et on abaisse le piézomètre au moyen d'une longue vis traversant une presse-étoupe et on maintient constamment ainsi le ménisque dans le champ de visée. Le principe de cet appareil est extrêmement simple, mais il suffit d'avoir manœuvré un instant un appareil à pression pour se rendre compte des difficultés pratiques que comportait sa réalisation. De telles expériences constituent une tâche des plus difficiles, et qui ne conduit pas à des résultats à effet; mais il ne faut pas oublier qu'une bonne mesure est cent fois plus utile qu'une série d'expériences approximatives; on ne saurait savoir trop de gré aux savants qui se consacrent à cette ingrate besogne.

Georges CHARPY.

3° Sciences naturelles.

Brueckner. — Sur le climat de l'époque glaciaire. (in *Archives des Sciences physiques naturelles*, nov. 1890. Genève.)

Sous ce titre le P^r Brueckner, de Berne, a fait une très intéressante communication à la Société helvétique des Sciences Naturelles. On sait que le problème du climat de l'époque glaciaire est fort ancien et a donné lieu à de nombreuses interprétations. Ce n'est que tout dernièrement et grâce à l'étude suivie des dépôts diluviens, que les faits ont pu être établis sur une base assez sûre pour trouver la véritable solution. Il en résulte que les oscillations du climat de l'époque glaciaire se traduisent par deux périodes — humides sur le continent et plus froides que la nôtre de 3° à 4° sur tout le globe — séparées par une période chaude, analogue aux époques pré-glaciaire et actuelle.

C. NAUD.

Schulze (E.) et Kisser (E.). — Sur la décomposition des matières protéiques dans les plantes vertes cultivées à l'obscurité. *Landw. Vers. Stat.* XXXVI, p. 1 à 8, 1890.

M. Borodin ayant démontré la formation d'asparagine dans les rameaux coupés conservés à l'obscurité, MM. Schulze et Bosshard ayant constaté qu'il disparaissait en même temps de la protéine, d'autres auteurs admettant dans les plantes fanées l'apparition d'amides aux dépens des matières protéiques, MM. Schulze et Kisser ont voulu étudier les phénomènes de cet ordre qui se passaient dans de jeunes plantes normales et enracinées dans le sol.

L'expérience a porté sur l'avoine qu'on a laissée croître en pots jusqu'à ce que les plantes eussent atteint 45 à 50 centimètres de hauteur. La moitié des plantes de chaque pot a été immédiatement séchée et analysée, tandis que l'autre moitié a été auparavant conservée dans une armoire aérée pendant sept jours.

L'azote total ayant été dosé par le procédé Kjeldahl, celui des matières protéiques par la méthode de Stutzer, et l'azote non protéique ayant été obtenu par différence, la conclusion de ces analyses est bien celle que l'on pouvait prévoir : les plantes normales enracinées, comme les plantes coupées, lorsqu'on les conserve à l'obscurité, perdent une forte partie de leurs matières protéiques, en même temps qu'il se forme de l'asparagine et d'autres corps analogues.

A. HÉBERT.

Platt-Ball (William). — Are the effects of use and disuse inherited. (Y a-t-il héritage des effets de l'usage et du non usage des organes?) London, Macmillan et Co, Bedford Street Covent Garden, Londres, 1890.

Le livre de M. Platt Ball est une contribution aux idées actuelles sur l'hérédité, idées dont Weissmann est le plus illustre défenseur. C'est une charge à fond contre M. Herbert Spencer ou mieux contre les applications qu'il a faites à la sociologie du principe de Lamarck reproduit et développé par Darwin.

M. Platt Ball examine et discute d'une part les exemples et les arguments présentés par M. Spencer, de l'autre ceux que Darwin a lui-même exposés. Il s'attache à démontrer qu'il est toujours inutile et souvent illogique d'invoquer l'hérédité des effets de l'usage et du non-usage des organes, autrement dit l'hérédité des caractères acquis. L'auteur conclut qu'il faut définitivement abandonner dans la conception de l'évolution le principe de Lamarck comme un facteur inutile et peu probable, l'erreur de ceux qui l'ont accepté provenant de ce que la sélection naturelle imite fréquemment certains des plus évidents effets de l'usage et du non-usage.

Ce qui frappe surtout, quand on lit cet intéressant petit livre, c'est de constater la facilité avec laquelle sont renversées certaines théories qui ont un moment séduit le monde, et, après une aussi grande fortune, montrent une telle fragilité.

D^r H. BEAUREGARD.

Arloing (S.), Professeur à l'école vétérinaire et à la Faculté de Médecine de Lyon. — Contribution à l'étude de la partie cervicale du grand sympathique envisagé comme nerf sécrétoire. *Archives de Physiologie normale et pathologique*, Paris, 1890.

Les belles recherches que Luchsinger a publiées en 1880 établissent qu'il existe des fibres nerveuses excito sudorales. M. Arloing, en expérimentant sur le bœuf, dont le muile très large et nu se prête admirablement à l'étude de la sécrétion sudorale, a complété nos connaissances sur cette question. Il a étudié les relations physiologiques qui existent entre les glandes du muile, la glande lacrymale et le sympathique cervical. En ajoutant aux renseignements tirés de la section et de l'excitation des nerfs ceux que fournissent les poisons excitateurs ou paralysants de la sécrétion, il est arrivé à conclure qu'outre les fibres excito-sécrétoires il existe des fibres nerveuses frêno-sécrétoires.

Si l'on coupe le cordon du grand sympathique d'un côté sur un bœuf, on note immédiatement après l'opération, que tout le muile est couvert de gouttelettes, mais que celles-ci sont un peu plus grosses dans la moitié de la région qui répond au nerf sectionné que dans la moitié opposée. Cette hypersécrétion est de courte durée; car si après dix à douze minutes on essuie le muile, la sécrétion s'établit rapidement sur la moitié du muile qui répond au nerf intact, tandis que, sur la moitié opposée, la sécrétion disparaît à peine près du bord supérieur du muile.

A ce moment, l'excitation du bout supérieur du cordon vago-sympathique avec des courants induits détermine, au bout de quelques secondes, un effet excito-sécrétoire très marqué dans les glandes de ce côté. Après vingt sept à quarante jours le bout supérieur du vago-sympathique est dégénéré; alors on n'obtient plus aucun effet sécrétoire par son excitation. Mais on constate qu'en dehors de toute excitation l'activité glandulaire s'est rétablie en partie; seul le pourtour immédiat du nœseau reste indéfiniment sec. Les nerfs excito-sécrétoires des deux moitiés du muile ne sont donc pas tous contenus dans le cordon cervical du grand sympathique : un grand nombre émergent du bulbe.

Si le lendemain de la section du sympathique, on administre de la pilocarpine, on voit que la sécrétion devient plus active du côté où le sympathique a été coupé; elle se fait sentir à son maximum là où la sécrétion semble définitivement supprimée. Cette expérience donne encore les mêmes résultats si la pilocarpine est administrée quand le nerf coupé est dégénéré. Cet effet ne peut pas s'expliquer par la vaso-dilatation consécutive à la section du sympathique. Il faut donc admettre que le cordon cervical du sympathique renferme des fibres frêno-sudorales et des fibres excito-sudorales.

M. Arloing a constaté aussi, qu'après la section du grand sympathique, il y a une hypersécrétion permanente dans l'œil correspondant portant sur les glandes lacrymale et les glandes de Meibomius. L'administration de pilocarpine augmente encore cette hypersécré-

tion au point que les larmes deviennent deux fois plus abondantes du côté où le nerf est coupé que du côté opposé. L'excitation du bout supérieur du nerf coupé depuis peu modère dans l'œil correspondant l'hyper-sécrétion produite par la pilocarpine. Quand la section du sympathique est ancienne, la sécrétion provoquée par la pilocarpine est moins abondante du côté correspondant. Il résulte de ces faits que le cordon cervical du sympathique transporte aussi des filets excito et frénosécrétoires destinées à la glande lacrymale.

M. KAUFMANN.

4° Sciences médicales.

Richelot (L.-G.). — *Professeur agrégé à la Faculté de médecine.* — Sur le traitement du pédicule dans l'hystérectomie abdominale par la ligature élastique perdue, *Annales de Gynécologie, Paris, 8 octobre 1890, p. 247.*

Dans ce mémoire M. Richelot se déclare partisan résolu de la méthode de Kleeberg, dite de la ligature élastique perdue, qui a déjà donné de bons résultats entre les mains de M. Terrillon et entre celles de M. Hector Treub (de Leyden). La ligature se fait avec un tube de caoutchouc rouge. L'utérus fibromateux étant sorti de la plaie, on jette le lien élastique autour du segment inférieur, au-dessous des ovaires, en prenant le bord supérieur du ligament large, on l'étire fortement, on croise les deux chefs en avant et on les fixe au moyen d'un clamp. On sectionne l'utérus, on serre d'avantage la ligature dont on unit les chefs avec un fil de soie et l'on enlève le clamp.

Pour éviter le glissement du bord supérieur du ligament large M. Richelot passe à droite et à gauche, à travers le pédicule, un fil de soie plat qui pénètre obliquement sous la ligature pour sortir au-dessus et fixer le bord supérieur de ce ligament. La muqueuse utérine est détruite avec le thermocautère, puis on dispose l'intestin de manière qu'aucune anse ne soit prise derrière le moignon, que l'on sépare de la masse intestinale en étalant l'épiploon sur sa tranche.

Nous rapprocherons du mémoire de M. L.-G. Richelot celui publié en juillet de cette année par Kocher dans le *Correspond. Bl. f. Schweiz. Aerzte*. De même que M. Richelot, Kocher se propose de traiter l'utérus comme un pédicule de kyste ovarique; mais il y arrive par un autre procédé. Il commence par lier les vaisseaux des ligaments larges, cherchant à comprendre dans l'anse de soie l'artère utérine; puis sectionnant les ligaments à une certaine distance de l'utérus, il jette sur la partie inférieure de celui-ci une ligature à la soie qu'un aide serre fortement pendant que le chirurgien opère la section de l'organe.

Dr HENRI HARTMANN.

Eternod (D^r A.), *Professeur d'Histologie et d'Embryologie à l'Université de Genève, et Haccius, Directeur de l'Institut vaccinal de Lancy (Genève).* — Note sur des recherches concernant la variolo-vaccine *Semaine médicale, 31 décembre 1890.*

L'article de MM. Eternod et Haccius n'est qu'une communication provisoire, provoquée par un récent travail de M. Fischer, directeur de l'Institut vaccinal de Karlsruhe, sur le même sujet et arrivant aux mêmes conclusions. Ces conclusions sont très importantes, tant au point de vue scientifique pur qu'au point de vue pratique.

Les auteurs se rangent parmi les partisans de l'unité de la vaccine, de la variolo et probablement du horse-pox, et cela en se basant sur des inoculations de variolo humaine (variolo noire, variolo simple, variolo confluyente) à des veaux par un procédé qui leur est spécial : la peau, lavée et rasée, est usée avec du papier de verre sur un espace de quelques centimètres, jusqu'à léger suintement sanguin, auquel succède bientôt

un suintement séreux : cette surface éminemment absorbante est frottée avec une spatule chargée de virus. Cette méthode a permis à MM. Eternod et Haccius d'obtenir toujours des résultats, tandis que la piqure, l'incision, etc., ne donnaient que des insuccès. Les pustules, peu typiques à la première génération, le deviennent de plus en plus, et dès la troisième génération, il devient impossible de les distinguer du cow-pox spontané. Le virus variolique a pu être transmis dans une série jusqu'à la quatorzième génération, et, dans les dernières générations, côté à côté avec du vaccin ordinaire.

Nous citons textuellement les conclusions :

1° La variolo est inoculée à coup sûr à l'espèce bovine, quand le mode opératoire est bon et que la récolte du virus est faite en temps opportun.

2° L'inoculation de la variolo au veau constitue une source précieuse de souches nouvelles pour le vaccin animal. Ceci peut avoir une grande portée pratique, non seulement pour les instituts vaccinaux d'Europe, mais aussi dans les pays chauds, où la variolo est facilement endémique et où les générations de vaccin tendent à s'abâtardir rapidement.

3° La variolo, inoculée au veau, se transforme en vaccine au bout de quelques générations, par son passage dans cet animal. Il n'y a donc pas dualité.

4° Ces conclusions pratiques confirmeraient les idées émises par Depaul, en 1863, à l'Académie de Médecine de Paris.

Dr CHRISTIANI (de Genève).

Cygneus (Walter). — *Etudes sur le Bacille typhique. Annales de l'Institut Pasteur, Paris, Masson, 120, boulevard Saint-Germain, 1890.*

L'auteur a eu pour objet la production de la fièvre typhoïde expérimentale. On injectait une émulsion de culture du bacille typhique sur la pomme de terre dans l'eau distillée : les modes d'infection étaient l'injection intraveineuse, l'ingestion par la bouche, l'injection dans l'intestin après la laparotomie, l'injection intrapéritonéale.

Les symptômes observés sur les animaux (souris, lapins, chiens), étaient somnolence, anorexie, élévation de température, diarrhée, amaigrissement, quelquefois des vomissements. La mort arrivait au bout de quelques jours. À l'autopsie on trouvait : rougeur et gonflement de l'iléon, gonflement des plaques de Peyer et des follicules clos, suffusions sanguines aux mêmes points, ganglions mésentériques gonflés, rate volumineuse. On a retrouvé les bacilles dans les principaux organes, et on a pu les cultiver; ils étaient encore vivants au bout de quatorze jours.

Ces résultats sont fort intéressants, mais il paraît sage cependant de les accueillir avec beaucoup de réserve et d'attendre de nouveaux faits pour se prononcer sur la nature typhoïdique de la maladie conférée.

D^r H. DUBIEF.

Forster (J.). — *Infectiosité des viandes fumées d'animaux tuberculeux. Munich, med. Wochenschr., n° 16, 1890.*

M. Forster a inoculé à des lapins et à des cochons d'Inde une émulsion de tubercules restés visibles sur des morceaux de viande fumée. Au bout de deux mois, les animaux d'expériences ont été sacrifiés, et l'on a constaté qu'ils présentaient des lésions tuberculeuses dans le mésentère, dans le foie et la rate. L'auteur en conclut que l'action de fumer la viande ne détruit pas le virus tuberculeux, et il pense même que l'usage de cette viande est plus dangereux que celle des viandes saines : ces dernières ne se mangent qu'après cuisson, tandis que la viande fumée est ordinairement consommée telle quelle.

D^r H. DUBIEF.

Poggi (Auguste). — *L'Unité des maladies et l'unité des remèdes (3 fr.). Paris, G. Masson, 129, boulevard Saint-Germain, Paris, 1890.*

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 12 janvier 1891

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. E. Vicaire** : Sur les petites oscillations d'un système soumis à des forces perturbatrices périodiques. — **M. Léauté** cite une expérience tentée industriellement sur l'utilisation des poulies de transmission comme régulateurs, avec réduction du volant de la machine au quart de sa puissance normale; les lois qu'il a formulées pour les arbres de transmission s'appliquent à ces poulies. — **M. H. Faye** montre que les données géodésiques actuelles ont conduit tous les calculateurs à admettre pour la Terre la forme d'un ellipsoïde de révolution, comme l'avait admis déjà, en partant de données incomplètes, la Commission du système métrique; c'est à cause de l'insuffisance même de ces données du *xviii^e* siècle que Laplace avait pu les faire cadrer avec l'hypothèse d'un sphéroïde irrégulier. Quant aux arguments en faveur de cette hypothèse tirés des irrégularités visibles de la croûte terrestre, montagnes et dépressions océaniques, ils ne résistent pas à l'examen approfondi des faits : les variations que ces accidents produisent dans l'intensité de la pesanteur mesurée par le pendule ou dans la direction du fil à plomb ne répondent pas à leur masse apparente; il y a donc des variations de densité compensant à peu près les saillies et les creux. Considérant que la température décroît verticalement dans les océans, tandis qu'elle croît rapidement sous les continents, **M. Faye** pose la loi suivante : A toutes les époques, le refroidissement du globe va plus vite et plus profondément sous les mers que sous les continents. Cette loi rend compte de la compensation en question. Il en résulte que les accidents superficiels n'affectent en rien la masse totale de la planète, et que sa lente rotation a pu ainsi produire une figure de révolution. — **M. A. Collot** fils rend plus rapides et plus sensibles les oscillations d'une balance en projetant, au moyen d'un appareil optique, l'ombre de l'aiguille; l'amen systématique de ces oscillations permet d'effectuer plus rapidement les pesées.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — **M. Ch.-Ed. Guillaume** a vérifié expérimentalement qu'une tige de thermomètre sans réservoir, dite tige correctrice, placée à côté de la tige émergente du thermomètre observé, donne exactement la correction à faire subir à ce thermomètre. — **M. E. Branly** a fait de nouvelles expériences sur la diminution de résistance électrique qu'éprouvent les poudres métalliques soumises à l'action de forts courants ou d'étincelles électriques éclatant dans le voisinage; le phénomène est le même quand on substitue divers diélectriques à l'air interposé entre les particules métalliques; on l'observe de même entre deux tiges métalliques mises en contact par des surfaces oxydées. — Pour les corps qui suivent la loi de **Dulong** et **Petit**, on peut considérer le nombre de molécules par unité de volume comme proportionnel au produit de la chaleur spécifique par la densité. En comparant la résistance spécifique d'un métal à la distance moyenne de ses molécules ainsi calculée, **M. P. Joubin** s'est aperçu que cette relation classe les métaux en deux groupes, l'un où la résistance augmente avec l'écartement des molécules, l'autre où elle diminue avec cet écartement; dans le premier groupe sont les métaux diamagnétiques, dans le second les métaux magnétiques. — **M. E. Mercadier** a déterminé expérimentalement les conditions d'épaisseur de dia-

mètre du diaphragme, d'intensité et de disposition du champ magnétique qui donnent à un téléphone son maximum d'intensité. — **MM. Lecoq de Boisbaudran** et **A. de Lapparent** montrent que **M. de Chancourtois** a le premier formulé la notion de la périodicité des poids atomiques. — **M. J. Minguin** a fait réagir le phénol et le naphтол iodés sur le camphre cyané; il a obtenu une réaction identique à celle qu'il a fait connaître pour le benzylate de soude. — **M. L. Lindet**, en distillant des moûts à diverses périodes de leur fermentation, montre que la production d'alcools supérieurs, lente au début, s'accélère et finit par prédominer quand la formation de l'alcool éthylique est presque terminée. — **M. R. Brullé** indique la solution alcoolique du nitrate d'argent comme un réactif permettant de distinguer les diverses huiles, par les colorations variées qu'il produit; il peut servir de même à reconnaître le beurre et la margarine.

3^e SCIENCES NATURELLES. — **M. S. Jourdain** croit que, dans l'état actuel de nos connaissances, il est impossible de déterminer les conditions dans lesquelles les moules deviennent toxiques. — **M. P. Lesage** signale les deux faits suivants qu'il a observés dans des expériences sur les racines : 1^o une racinelle de *Phacelus* croissant dans l'air humide ayant atteint la couche d'eau s'accroît considérablement en longueur et en diamètre en perdant ses poils; 2^e une racine de fève dont les racinelles étaient coupées à mesure qu'elles apparaissaient se couvrait de poils abondants. — Dans une série d'expériences sur diverses plantes à piquants, **M. A. Lhotellier** a reconnu qu'une diminution de l'éclairage amenait une diminution du nombre des piquants. — **M. Ch. Velain** a fait l'étude de sables gemmifères rapportés par **M. Rabot** de la Laponie russe; ces sables contiennent des diamants; il proviennent vraisemblablement des pegmatites.

Mémoires reçus : **M. A. Aignan** : Sur les prétendues combinaisons en proportions continuellement variable et la dissociation par dissolution. — **M. F. Stormer** adresse une note relative à un appareil auquel il donne le nom d'*Inhalateur norvégien*. — **M. Rey de Morande** adresse une note « Sur les rivages maritimes paléozoïques » — **M. E. Delaurier** adresse des « Remarques sur les observations récentes de la planète Vénus. »

M. Haller est élu correspondant pour la section de Chimie.

Séance du 19 janvier 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. P. Tacchini** : Résumé des observations solaires faites à l'Observatoire royal du collège romain pendant le second semestre de 1890. — **M. Em. Marchand** : Observations des taches solaires faites en 1890 à l'équatorial Brunner (0^m18) de l'Observatoire de Lyon. — **M. Edm. Lescaubaut** signale l'apparition dans la constellation du Lion d'une étoile comparable à Régulus pour son éclat. — **M. G. Sire** : Nouvel appareil gyrotatoire, le *gyroscope alternatif*.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — **M. E. Mercadier** montre que pour reproduire par le téléphone le timbre de la voix humaine avec le moins d'altération possible, la condition importante consiste dans le choix d'un diaphragme à son fondamental très élevé. — **M. A. Haller** a continué ses recherches sur le pouvoir rotatoire des camphols; la nature du dissolvant n'a eu en général pas d'influence sur le pouvoir rotatoire moléculaire du camphol gauche; elle modifie au contraire celui de l'isocamphol gauche; pour étudier les propriétés opti-

ques des dérivés des isocomphols. M. Haller a eu recours au bornylate de chloral. — MM. Berthelot et André indiquent sur quels principes doit reposer la méthode de dosage des alcalis dans les terres: ils montrent par des analyses comparatives, que les procédés ordinaires, notamment l'attaque par les acides fournit des résultats fort au-dessous de la vérité; or on doit admettre que les plantes savent décomposer pour leur alimentation même les silicates inattaquables par les acides. — Les mêmes auteurs ont suivi, par des analyses portant sur les diverses parties de la plante aux différentes phases de son évolution, la marche de l'assimilation du soufre chez les végétaux. — M. Scheurer-Kestner a reconnu que l'huile pour rouge usitée en teinturerie contient deux principes actifs distincts, l'acide oléorincolinolique, fournissant des nuances jaunâtres, et des acides polytrinitiques, donnant des tons violacés. — M. H. Arnaud admet que les albuminoïdes seraient essentiellement constitués par trois ordres de principes immédiats: les hydrocarbures, les corps gras et le cyanate d'ammoniaque ou l'urée.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. H. Stilling produit chez le lapin l'exophtalmie double par la ligature des deux veines jugulaires externes et la section du sympathique cervical d'un côté; cette exophtalmie est attribuable à l'engorgement des veines rétrobulbaires. — M. R. Lépine et Barral ont fait de nouvelles recherches sur la distinction du sucre dans le sang *in vitro*; le ferment glycolytique est détruit par une température de 53°; la plus grande partie de ce ferment sécrété par le pancréas est emportée par les veines pancréatiques. — MM. Pouchet et Beauregard signalent les variations considérables que présentent quant à la conformation de leurs bassins les divers Cachalots qu'ils ont eu l'occasion d'examiner. — M. A. Fizon étudiant le développement de l'*Astellium spongiforme* a reconnu que la larve possède au moment de son éclosion deux axydiozoides, comme les autres diplosioniens, et non pas trois, comme l'avait dit M. Giard. — M. P. Thélohan décrit deux sporozoaires nouveaux, parasites des muscles des poissons. — M. Ad. Chatin a fait l'étude de la truffe d'Afrique ou *Terfuz*; il a reconnu que sous ce nom on confondait plusieurs espèces; il distingue du *Terfuzia leonis* de Toulouse un *T. Boudieri* (n. sp.) et une volumineuse truffe blanche dont il fait un genre à part sous le nom de *Tirmaia*. — M. Ch. Naudin qui a réuni dans son jardin une nombreuse collection d'Eucalyptus et les a suivis dans leur développement, présente à l'Académie un mémoire sur la description et l'emploi de ces arbres. — M. Daubrée a fait de nouvelles expériences sur les roches au moyen des explosifs; il a reconnu que les gaz peuvent produire des stries et des cannelures sans le secours d'aucun fragment solide; sur des météorites, la chaleur instantanée de l'explosion a reproduit identiquement les caractères de la croûte noire qui se forme pendant le trajet atmosphérique; en recueillant en un carton graissé les menus fragments arrachés à la roche et projetés, on a retrouvé en abondance les globules microscopiques dont est composée la poussière dite cendre des volcans; dans certains cas, l'échantillon de roche a été entièrement pulvérisé et aussitôt reconstitué, de manière à simuler une plasticité complète. — De l'étude d'une faune conchyliologique, subfossile, recueillie par M. Dybowski au sud de l'Algérie, M. P. Fischer conclut que les eaux marines n'ont jamais pénétré dans le Sahara depuis la fin de la période crétacée. — M. A. Sella a trouvé du nickel natif dans les sables du torrent Elvo, près de Biella (Piémont). — M. A. Obry a étudié le bassin houiller du Boulonnais.

Mémoires reçus: M. Foveau de Courmelles adresse une note de physiologie intitulée: « Nouvelles actions mécaniques des courants électriques: actions de transport. » M. Ch. V. Zenger adresse une note intitulée: « La période solaire du 23 novembre, les essais périodiques du 27 au 29 novembre 1890 et les phéno-

mènes météorologiques en Bohême » et une autre note intitulée: « La périodicité des grandes éruptions volcaniques. »

M. Chambrélen est élu membre de la section d'économie rurale. L. LAPIQUE.

ACADEMIE DE MEDECINE

Séance du 13 janvier 1891.

M. Hervieux lit un rapport concluant à la nécessité de rendre la vaccine obligatoire, surtout dans les colonies où il faudrait fonder des Instituts de vaccine animale. — M. Le Fort considère une loi rendant la vaccine obligatoire comme attentatoire à la liberté individuelle et devant amener une réaction fâcheuse comme celle qui se fait peu à peu en Angleterre. En France où les populations sont généralement disposées à se faire vacciner, il suffirait de rendre la vaccination facile et accessible à tous. D'autre part il est indispensable d'imposer l'isolement des varioleux et la désinfection des objets et locaux contaminés, mesures appliquées seulement à Paris où elles ont fait baisser la mortalité par variole de 55 pour 100.000 habitants en 1887 à 5 en 1889. C'est à des mesures analogues prises dans toute l'Allemagne, et à l'établissement de services publics et gratuits de vaccination qu'est due, dans ce pays, l'énorme diminution de mortalité par variole.

Séance du 20 janvier 1891.

M. Proust partage l'avis de M. Le Fort sur l'isolement et la désinfection relativement aux varioleux; ces mesures ne sont pas appliquées à Paris seulement, mais à Bordeaux, Nantes, Montpellier, Marseille, Reims et autres grandes villes. Il est partisan de la vaccination et de la revaccination obligatoires comme mesures d'intérêt général, d'autant plus qu'appliquées en Allemagne elles ont fait tomber la mortalité par variole à 2,23 pour 100.000 habitants de telle sorte qu'à Paris il meurt plus de varioleux que dans toute l'Allemagne. En Angleterre où la revaccination n'est pas obligatoire, la mortalité est trois fois plus forte qu'en Allemagne, en Autriche, où il n'existe aucune obligation, 27 fois plus forte. Il demande donc à l'Académie d'adopter les conclusions du Comité d'hygiène tendant à rendre obligatoires par une loi la vaccination et la revaccination. — M. Dujardin-Baumetz démontre que les mesures nécessaires par l'isolement et la désinfection sont autrement attentatoires à la liberté individuelle que la vaccination obligatoire; aussi demande-t-il une loi comprenant non seulement les vaccinations et revaccinations, mais encore des règlements sévères de police sanitaire. — M. Duplay lit un rapport sur une présentation de M. Terrillon d'une ablation d'une partie du foie à l'aide de la ligature élastique dont il approuve l'emploi comme permettant de circonscrire exactement la région malade et assurant une hémostase parfaite. — M. Kirmisson présente un malade atteint d'un double pied-plat, valgus douloureux, traité avec succès par la résection astragalo-scaphoïdienne (opération d'Ogston).

Dr E. DE LAVARENNE.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 17 janvier 1891

M. A. Treille communique le détail d'une observation de fièvre paludéenne; pour confirmer la formule de la périodicité des abcès établie par lui, il décrit un microbe polymorphe trouvé par lui dans le sang des paludéens. — M. Pommay a provoqué le rachitisme chez des geais en les nourrissant avec de la viande bouillie. — MM. Cadiot, Gilbert et Roger donnent l'observation d'un cas de tuberculose spontanée chez le chien; les bacilles offraient un aspect particulier. — M. E. Laguerre a reconnu que le tissu réticulé de la rate est constitué, non par des fibres, mais par des cellules anastomosées; il avait observé cette structure chez les

poissons; des recherches spéciales sur l'embryon du mouton lui permettent de l'étendre aux mammifères. — **M. P. Thelohan**: sur deux Sporozoaires nouveaux, parasites des muscles des poissons. — **MM. Maïret et Base** ont fait des expériences pour déterminer séparément qu'elle part revient dans la toxicité de l'usine normale, à l'eau, aux sels et aux produits de l'oxydation incomplète des albuminoïdes. — **M. R. Blanchard** présente une perruche dont toute la peau est envahie par des tophus d'urate de soude. — **MM. J. Héricourt et Ch. Richet** ont reconnu que le sérum de sang de chien, recueilli à l'abri des germes de l'air, peut être inoculé à l'homme sans inconvénient dans le tissu cellulaire sous cutané. — **M. Ch. Richet** signalé comme pouvant être utilement montré dans un cours le fait suivant: un chien ayant subi une forte saignée, mais vivant encore, meurt subitement si on le met debout. — **M. L. Chabry** indique des conditions de vision dans lesquelles certains yeux présentent une diplopie musculaire.

Séance du 24 janvier 1891

M. Laveran présente un appareil destiné à étudier les germes de l'air; il consiste essentiellement en un barboteur qui recueille les germes dans de l'eau sucrée; **M. Laveran** a constaté dans les salles d'hôpital une augmentation considérable du nombre des germes en suspension dans l'atmosphère après le balayage. — **M. Devaux**: note sur l'asphyxie par submersion des animaux et des plantes. — **M. Straus** présente une seringue stérilisable dont la particularité consiste dans l'emploi de moelle de sureau pour le piston. — **M. d'Arsonval** a étudié l'influence de l'électricité sur les échanges respiratoires, indépendamment de tout mouvement apparent; sous l'action de l'électricité statique fournie par une machine à haute tension, il y a augmentation notable de l'acide carbonique exhalé; sous l'action de courants alternatifs, mais dont le renversement se fait lentement de façon à ne pas exciter de mouvement, il y a une augmentation plus forte encore; les courants continus n'exercent à peu près aucune action. Les recherches de calorimétrie faites dans les mêmes conditions ont donné à **M. d'Arsonval** des résultats concordants avec ceux fournis par le dosage de l'acide carbonique. — **M. Richet** rapporte plusieurs observations de tuberculeux auxquels des injections de sang de chien ont été faites par **MM. Héricourt, Langlois, Saint-Hilaire**; dans plusieurs cas, il y a eu amélioration sensible. **L. LAPIQUE.**

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 16 janvier 1891.

M. Violle est élu vice-président pour l'année 1891. **M. Pellat** est nommé secrétaire général. **M. Joubert** qui, depuis dix ans, remplissait ces importantes et délicates fonctions, n'a pas voulu, absorbé par d'autres occupations, accepter le renouvellement de son mandat; le président sortant, **M. Mallard**, lui exprime, avec l'assentiment général, les regrets que cause cette détermination à tous les membres de la Société. — **M. Gernez** rend compte de la suite des recherches qu'il poursuit sur l'application de la mesure du pouvoir rotatoire à la détermination des combinaisons formées par les solutions aqueuses d'acide malique avec les molybdates divers et les tungstates neutres alcalins. — **M. Ch. Ed. Guillaume** explique comment on peut tenir compte du retard des thermomètres. Un thermomètre n'atteint pas instantanément la température du milieu qui l'entoure. Si cette température est constante, elle n'est théoriquement jamais atteinte. Le plus souvent le problème que l'on a à résoudre se présente sous la forme suivante: la température d'un milieu donné variant d'une manière uniforme, il s'agit de connaître

la différence entre la température du milieu et celle d'un thermomètre qui s'y trouve plongé. La question ainsi posée se ramène aisément à la première forme; par l'étude expérimentale de la variation d'un thermomètre placé dans un milieu à température constante, on détermine un coefficient, dont la connaissance permettra ensuite de calculer le retard correspondant à une marche donnée de la température du milieu. Dans les applications météorologiques, ces principes sont importants, mais ici de nouvelles précautions deviennent nécessaires. Pour avoir la température de l'air ambiant, l'on se sert avec raison d'un thermomètre-fronde; il peut y avoir de sérieux inconvénients à arrêter le mouvement du thermomètre pour procéder à la lecture; les conditions du rayonnement étant alors changées. On peut lire la température du thermomètre en mouvement à l'aide d'un ingénieux appareil inventé dans un autre but (pour déterminer la vitesse d'un axe inaccessible) par **M. Thury** de Genève, et nommé le cyclost. On regarde l'objet en mouvement à travers un oculaire, formé de deux lentilles, entre lesquelles on interpose un prisme rectangle dont l'hypoténuse est dirigée parallèlement à l'axe optique du système. La lunette peut être mise en mouvement autour de son axe et animée d'une vitesse angulaire égale à la moitié de celle de l'objet à observer. On conçoit aisément que si l'on observait avec l'instrument en rotation un objet immobile, cet objet paraîtrait animé d'un mouvement de rotation de même sens que celui de la lunette et de vitesse double, selon une propriété bien connue des miroirs, le prisme fonctionnant ici à la manière d'un miroir; si donc la lunette et l'objet tournent dans le même sens, la vitesse de la lunette étant la moitié de celle de l'objet, on apercevra dans la lunette l'objet immobile... — Le même auteur présente ensuite une solution pratique du problème de la colonne émergente d'un thermomètre par l'emploi d'une tige correctrice. On sait que, si toute la tige d'un thermomètre n'est pas plongée dans le milieu dont on cherche à déterminer la température, il faut ramener par une correction la partie émergente de la colonne à la température du milieu. Cette correction très importante a souvent été étudiée, mais on ne connaissait pas encore de solution générale et pratique de la question. **M. Guillaume** a d'abord étudié dans diverses conditions les températures de tous les points de la tige, au moyen d'un thermomètre muni d'une petite ampoule, soufflée sur la tige, ampoule, qui, véritable réservoir thermométrique, indique la température de la tige, sans troubler sensiblement sa distribution; mais on peut abandonner toute formule et corriger directement la température, en employant, à côté du thermomètre, une tige cylindrique, contenant du mercure et se trouvant identiquement dans les mêmes conditions que la tige, d'un thermomètre émergeant de la même quantité et graduée d'avance dans la supposition qu'elle plonge en entier dans le bain; la différence entre la lecture actuelle et celle qui correspond à la température du bain donne directement la correction de la partie émergente. Des expériences diverses ont démontré l'efficacité de cette solution.

Lucien POINCARÉ.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 8 janvier 1891.

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — **M. A. B. Basset** fait une communication sur la réflexion et la réfraction de la lumière à la surface d'un milieu aimanté. En 1877-78 le **D^r Kerr** avait observé certaines particularités dans un rayon de lumière polarisée réfléchi par la surface polie d'un électro-aimant (*Phil. Mag.*, mai 1877 et mars 1878.) Ces particularités disparaissaient quand le courant était interrompu et devenaient inverses quand le courant magnétique était renversé. Les résultats obtenus étaient complexes; ils étaient troublés par l'influence de la réflexion métallique. Mais il y a plusieurs subs-

¹ Erratum.: Séance du 10 janvier. — Communication de **M. Galezowsky** au lieu de « *Pyocyanine* », lire « *Pyocitrine* ».

tances non-métalliques (les solutions fortes, par exemple, de certains composés du fer), qui sont capables, lorsqu'elles sont aimantées, de produire un effet sur la lumière; l'explication théorique de l'action magnétique de ces substances sur la lumière est exempte des difficultés qui proviennent de la réflexion métallique. M. Basset expose une théorie applicable aux milieux de cette espèce et il compare les résultats obtenus avec ceux des expériences du Dr Kerr. — M. Edward Mathey apporte une nouvelle contribution à la métallurgie du bismuth. Dans une communication précédente (*Roy. Soc. Rec.* vol. XLIII, p. 172), l'auteur avait décrit une méthode pour séparer le cuivre du bismuth par fusion avec le sulfure de bismuth. Cette méthode nécessite l'emploi d'une température assez élevée pour amener la sulfure de bismuth à la fusion complète: aussi perd-on par volatilisation une grande quantité de bismuth, à moins que l'on ne prenne de très grandes précautions. La méthode décrite dans cette communication consiste à traiter le bismuth cuprifère à une température un peu au-dessus de son point de fusion par une petite quantité de monosulfure de sodium. Si l'on remue l'alliage en fusion et qu'on enlève la pellicule de scories qui s'élève à la surface, on peut éliminer les moindres traces de cuivre. L'avantage de cette méthode est qu'on peut opérer à une plus basse température où le bismuth a moins de tendance à se volatiliser.

2^e SCIENCES NATURELLES. — M. E. A. Schafer fait une communication sur la structure histologique des colonnes musculaires ou sarcostyles qui forment les muscles de l'aile des insectes. Le terme colonnes musculaires ou son équivalent sarcostyles est employé pour désigner les éléments facilement séparables longitudinalement qui constituent les fibres des muscles des ailes de la plupart des insectes. On peut dire que la colonne musculaire était composée d'un certain nombre de fibrilles juxtaposées, dont chacune est formée des substances qui constituent le sarcostyle, disposées en couches qui se succèdent alternativement; chacun des segments d'une fibrille est composé en son milieu d'une portion du disque épais, à chacune des extrémités de ce disque et continue avec lui d'une portion de l'intervalle clair, et enfin terminant aux deux bouts cet intervalle clair, d'une portion du disque mince. Les observations de M. Schafer tendent à prouver que les disques épais ne sont pas composés d'un faisceau de fibrilles, mais constitués par une substance homogène, qui se colore par l'hématoxyline et d'autres matières analogues et qui est traversé par des canaux tubulaires. La section optique de chaque disque épais présente une douzaine de canaux analogues (ou davantage); la substance contenue dans ces canaux se continue librement, selon toute apparence, avec la substance transparente et sans couleur des intervalles clairs. La striation longitudinale du disque épais est due à la canalisation; celle de l'intervalle clair au prolongement de lignes minces de substances sarcodiques à travers l'intervalle clair jusqu'au disque mince. Le sarcostyle tout entier semble être enveloppé d'une membrane d'une extrême délicatesse. — M. le Dr J. B. Haycraft, fait une communication sur la structure histologique des muscles striés. Il s'attache spécialement à l'exposition d'une nouvelle méthode de recherche, qui consiste à prendre l'empreinte des fibres musculaires au moyen du collodion. L'auteur montre que lorsqu'un muscle se contracte, le changement d'aspect qu'on peut observer en lui est entièrement dû à un changement de forme. Les empreintes des fibres présentent des stries identiques à celles des fibrilles musculaires, mais elles s'effacent en 5 minutes environ à cause de la contraction de la membrane de collodion, qui fait disparaître toutes les inégalités que présente sa surface. Il est clair que ces rides, empreintes dans le collodion, ne pourraient se produire si la striation de la fibrille musculaire était due à des modifications de sa structure interne; elle est donc causée par la forme des fibrilles; forme et striation sont transportées sur le

collodion. Le Dr Haycraft a obtenu fréquemment des empreintes de muscles qui montrent sur la même fibre l'état de contraction et l'état de repos avec les états intermédiaires. Ces observations contredisent donc cette hypothèse que les stries transversales correspondent aux diverses couches qui constituent les fibres, ou que les changements observés dans la striation pendant la contraction sont dus aux variations des quantités relatives de liquides contenues dans les différentes substances qui produisent la striation.

Séance du 15 janvier 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. A. E. H. Love présente une note sur l'état présent de la théorie des parois élastiques minces.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. le professeur J.-J. Thompson fait une communication sur la vitesse de propagation de la décharge lumineuse d'électricité à travers un gaz raréfié. Pour mesurer la vitesse de propagation de la lumière qui accompagne la décharge électrique dans les gaz, le professeur Thompson s'est servi d'un tube de verre de 15 mètres de longueur environ et de 5 millimètres de diamètre, couvert de noir de fumée, sauf en deux endroits. On fait le vide dans ce tube et on y fait passer un courant qui traverse une électrode donnant dans l'air des étincelles de six ou sept pouces de long. La lumière qui passe par une des parties découvertes tombe directement sur un miroir qui tourne 500 fois par seconde; celle qui passe par l'autre est réfléchi par un miroir plan sur le miroir tournant. Les images des parties brillantes du tube, réfléchies par le miroir tournant sont observées avec un télescope, et les miroirs sont disposés de telle sorte que lorsque le miroir tournant est immobile, les images des parties brillantes du tube apparaissent comme portions d'une même ligne horizontale. Les observations montrent qu'une fois environ en quatre minutes d'étroites images brillantes des deux parties découvertes du tube peuvent être aperçues à l'aide du télescope. Ces images n'ont pas de largeur appréciable, mais elles n'apparaissent pas absolument sur une même ligne droite; le déplacement relatif des lignes se renverse si l'on retourne l'électrode et aussi si l'on change le sens de rotation du miroir. Le déplacement des images de la même ligne droite est dû à la vitesse finie avec laquelle la lueur se propage. En déterminant la vitesse de rotation du miroir, le déplacement vertical des images et la distance entre les deux portions découvertes du tube, on a pu calculer la vitesse de propagation de la lueur qui est de 16×10^{10} , vitesse égale à plus de la moitié de celle de la lumière. Cette valeur ne doit être regardée que comme valeur approximative et non comme une détermination exacte. Un autre fait que ces expériences ont fait connaître, c'est que la partie principale de la décharge lumineuse se produit dans un long tube vide à son origine, à l'électrode positive. Cette colonne positive remplit pratiquement le tube, car elle s'étend jusqu'à un pouce ou deux de l'anode. La décharge part de l'électrode positive, même quand elle est constitué par une surface plate liquide, tandis que l'électrode négative est un fil terminé en pointe aiguë. Les expériences nous conduisent donc à regarder la décharge comme un écoulement de l'électricité positive soit depuis l'anode avec une vitesse égale à la moitié de celle de la lumière, accompagnée par une décharge comparativement très lente venant du cathode.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. le Dr William Marcott fait une communication sur les phénomènes chimiques de la respiration de l'homme. Il étudie le cas où l'air renfermé dans un espace clos est constamment respiré. L'objet de la recherche est de déterminer les effets produits sur les phénomènes chimiques de la respiration, lorsqu'on respire et qu'on re-respire un volume donné d'air en un temps. Voici les résultats généraux de ces expériences: 1) La quantité d'acide carbonique expirée en un temps donné est moindre que dans les conditions ordinaires. 2) Les personnes

qui émettaient le plus de CO_2 dans l'air confiné sont celles qui expirent le plus d'air et de CO_2 dans les conditions ordinaires et vice-versa. 3) Lorsqu'on respire 35 litres d'air dans un espace clos pendant 3 minutes, le volume de cet air subit une légère diminution. 4) Les effets produits sur les phénomènes chimiques de la respiration par les conditions précédentes disparaissent en moins de six minutes, lorsqu'on a recommencé à respirer dans les conditions normales.

Richard A. GREGORY.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 16 janvier 1891

Le professeur **G. M. Minchin**¹ lit un mémoire *Sur la photo-électricité*. Ses expériences sur ce sujet ont été commencées en 1877 dans le but de produire une image photographique d'un objet éloigné. Les expériences n'ont pas encore permis d'atteindre ce résultat; mais on a rencontré, en route, des phénomènes intéressants. On produit un courant électrique entre deux lames d'argent recouvertes avec du collodion ou de la gélatine enduits de chlorure, bromure, iodure ou d'un autre sel d'argent, ou avec de l'éosine ou de la fluoresceine; l'une des lames étant illuminée, tandis que l'autre est maintenue dans l'obscurité, toutes deux plongeant dans un liquide convenable. La direction du courant dépend des matières premières employées et la partie bleue du spectre est la plus efficace. Les courants ont sur les lames un effet photographique, et cette action est strictement limitée aux parties traversées par le courant. M. Becquerel, qui avait déjà étudié l'action de la lumière sur des plaques d'argent enduites de bromure, etc., conclut que la nature positive ou négative de la lame éclairée dépend de l'épaisseur de la couche superficielle. Des feuilles d'étain ternies plongées dans l'eau ordinaire donnent un courant quand l'une d'elles est exposée à la lumière et l'autre non. Si on rend les feuilles nettes et propres, le courant cesse. L'addition d'un sel au liquide, qui diminue la résistance, réduit invariablement la force électromotrice; l'expérience montre que les alcools sont les liquides qui fournissent les meilleurs résultats. Diverses expériences semblent prouver que la sensibilité de l'étain est due à la production d'une légère couche d'oxyde à la surface. Les variations de la force électromotrice ont été étudiées avec un électromètre, la force électromotrice est proportionnelle à l'intensité de la lumière. Quelques-unes des piles à étain ont une manière particulière de se comporter. Leur force électromotrice disparaît au bout de quelques jours; mais une légère impulsion la fait disparaître, un choc nouveau les rend insensibles, et ces effets peuvent être indéfiniment répétés. Ces « piles à impulsion », comme les appelle l'auteur, sont sensibles aux impulsions électro-magnétiques; un oscillateur de Hertz rétablit leur sensibilité à une distance de 81 pieds. Durant ces derniers temps M. Minchin a construit des éléments à sélénium en répandant ce corps liquéfié sur des métaux, que l'on plonge ensuite dans un liquide; l'aluminium comme métal, et l'acétone comme liquide fournissent les meilleurs résultats. Une particularité remarquable de ces éléments est qu'ils sont presque également sensibles à toutes les radiations, quelle que soit la couleur de ces radiations. L'auteur remarque en terminant que ces résultats pourraient être appliqués à la photométrie, à la téléphotographie et à l'utilisation de l'énergie solaire. — Le professeur **F. R. Barrell** montre et décrit un appareil de cabinet pour déterminer l'accélération de la pesanteur. Un certain nombre de balles de fer tombent d'une certaine hauteur, et partent successivement, la seconde quand la première est arrivée à destination, ainsi de suite. On peut ainsi déduire avec précision le temps de la chute de l'une d'entre elles et

connaissant la distance parcourue, en déduire la valeur de g . Le déclenchement est produit à l'aide d'un système d'électro-aimants actionnés par un courant qui se forme quand les balles arrivent au bas de leur course.

SOCIÉTÉ ROYALE D'ÉDIMBOURG

Séance du 9 janvier 1891.

SCIENCES PHYSIQUES. — Le **D^r John Murray** lit un mémoire sur la forme, la structure et la distribution des nodules de manganèse dans les profondeurs de la mer. Il montre un grand nombre de spécimens de ces nodules. Les fragments de pierre-ponce qui ont été pénétrés par l'eau et se sont enfoncés au fond de la mer forment souvent les noyaux de ces nodules. Dans d'autres cas, les noyaux sont des morceaux de roche ou des dents ou des os des requins et des baleines, etc. Le **D^r Murray** pense que le manganèse est déposé de la dissolution par la voie des carbonates. Ces nodules se rencontrent comparativement d'une façon assez rare dans les dépôts du bord (vase bleue) où la vie organique est la plus grande; ils sont, au contraire, très abondants dans les eaux profondes où la vie est minima. — **M. Robert Quine** et le **D^r John Gibsson** lisent un mémoire sur la présence de dépôts de manganèse dans la vase marine. Les auteurs ont trouvé expérimentalement que le sulfure de manganèse est dissous et décomposé par l'eau de mer qui contient de l'acide carbonique en dissolution. — **M. J. G. Buchanan** lit un mémoire sur la composition des nodules de manganèse de l'océan et du littoral. Ce mémoire renferme des analyses de nodules du Pacifique Nord, de l'océan au sud de l'Australie et du Loch Fyne; les endroits et les circonstances attenantes sont amplement décrites, comme aussi les caractéristiques physiques des différents types de nodules. Le principal objet de l'analyse était de déterminer le degré d'oxydation du manganèse. On a trouvé que, dans les nodules de l'océan, la formule de l'oxyde varie depuis $\text{MnO}^{1.945}$ à $\text{MnO}^{1.979}$, comme s'il y avait seulement du MnO_2 pur. Il existe une légère différence dans l'oxydation des couches superficielles et du noyau; les parties externes ont la formule $\text{MnO}^{1.951}$, tandis que la formule des parties internes est $\text{MnO}^{1.974}$. Les formules des oxydes, dans les nodules du Loch Fyne, varient depuis $\text{MnO}^{1.704}$ à $\text{MnO}^{1.562}$, ces nodules ont donc une composition voisine du sesquioxide Mn_2O_3 . Les noyaux sont beaucoup plus riches en oxygène que les parties externes, la formule est environ $\text{MnO}^{1.5}$. On a fait un grand nombre de déterminations de l'humidité, de la perte par calcination et des densités des nodules dans l'humidité. On calculait la densité apparente des produits volatils, eu égard à la dessiccation et à l'état calciné. — **M. Buchanan** dépose aussi un tableau d'un grand nombre de résultats analytiques, relativement à la composition de divers dépôts profonds provenant de la Méditerranée. — **M. Robert Quine** et **W. S. Anderson** communiquent un mémoire sur l'action des sels métalliques sur le carbonate de chaux, plusieurs spécimens sont montrés. — La lecture de ces mémoires est suivie d'une courte discussion sur certains des résultats et conclusions auxquels est arrivé **M. Buchanan** dans son mémoire (lu dans la séance du 1^{er} décembre), relativement à la part attribuée aux sulfures dans la formation des dépôts brunâtres dans l'océan. **M. Quine** et le **D^r Gibsson** pensent que les résultats qu'ils ont obtenus prouvent que le manganèse ne peut jamais se former dans les circonstances décrites par **M. Buchanan**. **M. Buchanan** reconnaît l'importance de ces observations, mais il pense que, bien qu'il soit fort altérable dans l'eau de mer, et même dans l'eau douce, le Mn peut être formé localement, et, dans son mémoire, il lui attribue seulement une existence transitoire. Ces résultats ne touchent donc en rien ses vues, relativement à la formation des hydrates d'oxydes de fer et des dépôts rouges et bleus; **M. Buchanan** pense que nous sommes

¹ Voyez sur ce sujet un article de M. Minchin paru dans la *Revue* du 15 juin 1890, t. I 1890, page 339.

maintenant encore dans l'ignorance, relativement à la formation des nodules.

Séance du 15 janvier 1891.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Le Dr Thomas Muiz lit un mémoire sur quelques théorèmes sur les déterminants. Des symboles tels que

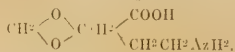
$$\begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & a_4 & a_5 & a_6 \\ b_1 & b_2 & b_3 & b_4 & b_5 & b_6 \\ c_1 & c_2 & c_3 & c_4 & c_5 & c_6 \\ d_1 & d_2 & d_3 & d_4 & d_5 & d_6 \end{vmatrix} = 0$$

indiquent l'ensemble de tous les déterminants composés

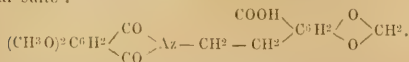
$$\begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & a_4 \\ b_1 & b_2 & b_3 & b_4 \\ c_1 & c_2 & c_3 & c_4 \\ d_1 & d_2 & d_3 & d_4 \end{vmatrix} = 0, \quad \begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & a_4 \\ b_1 & b_2 & b_3 & b_4 \\ c_1 & c_2 & c_3 & c_4 \\ d_1 & d_2 & d_3 & d_4 \end{vmatrix} = 0.$$

Le Dr Muiz prouve directement que la loi de multiplication de ces expressions symboliques est la même que celle de la multiplication des déterminants, et il applique ces résultats à la démonstration de divers théorèmes sur les déterminants connus antérieurement. — Le Dr Muiz discute ensuite un problème d'élimination relatif aux roulettes des ellipses et des hyperboles. Le prof. Tait a montré que les roulettes d'une ellipse qui glisse sur des axes rectangulaires peuvent être obtenues comme les roulettes d'un symbole glissant sur des axes inclinés. L'équation de la roulette rapportée aux droites sur lesquelles roule la courbe s'obtient par l'élimination d'une variable entre deux équations. En faisant l'élimination, le prof. Tait obtient une équation du dixième degré, mais le prof. Cayley a montré que l'équation doit être du huitième degré et par suite l'équation du prof. Tait contient un facteur étranger. Le Dr Muiz a réussi à déterminer ce facteur. — Lord McLaren lit un mémoire sur la roulette de la courbe $\frac{x^n}{a^n} + \frac{y^n}{b^n} = 1$. Il obtient deux équations entre lesquelles l'élimination d'un paramètre donne l'équation de la roulette.

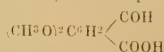
2^o SCIENCES PHYSIQUES. — Le prof. W. H. Perkin lit un mémoire sur la berbérine. L'alkaloïde désigné sous ce nom, $C^{20}H^{17}AzO^8$, fournit par oxydation avec le permanganate de potasse un grand nombre de substances dont les plus importantes sont l'oxyberbérine $C^{20}H^{17}AzO^5$, la dioxyberbérine $C^{20}H^{17}AzO^6$, le berbéral $C^{20}H^{17}AzO^7$, l'acide anhydroberbérinique $C^{20}H^{17}AzO^3$, et l'acide berbérinique $C^{20}H^{19}AzO^9$. L'étude de ces substances a donné plusieurs résultats qui apportent une grande clarté sur la constitution des alcaloïdes. L'acide anhydroberbérinique dissous dans un alcali forme un sel d'acide berbérinique et cette dernière substance mêlée avec de l'acide sulfurique dilué est décomposée en acide hémipinique $(CH^3O)^2C^6H^2(COOH)^2$ et en une nouvelle base $C^{10}H^{11}AzO^1$ qui répond à la constitution :



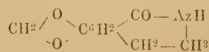
La constitution de l'acide anhydroberbérinique est par suite :



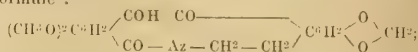
Le berbéral est décomposé, quand on le traite par l'acide sulfurique dilué, en acide pseudopinique



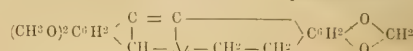
et une substance $C^{10}H^{11}AzO^3$ qui est l'anhydride de la base $C^{10}H^{11}AzO^1$ décrite précédemment et qui par suite a la constitution :



La constitution du berbéral est représentée par la formule :



et la constitution de la berbérine est probablement :



W. PEDDIE,
Docteur de l'Université d'Edimbourg.

SOCIÉTÉ PHILOSOPHIQUE DE MANCHESTER

Séance du 13 janvier 1891.

On annonce la mort de M. G. W. Ormerod, ancien trésorier de la Société. C'est M. Ormerod qui a le premier en 1847 donné une description détaillée des régions salines du Cheshire. — M. de Rance lit un mémoire fait en commun avec M. W. Brockbank sur la nouvelle section géologique exposée dans la construction du chemin de fer de Fallowfield et Levenshulme. Il décrit en détail le calcaire du *Spirorbis*, qui est composé ici d'une couche de marne pourpre ayant plus de 60 mètres d'épaisseur et d'une couche de calcaire véritable, épaisse de 0m26 et contenant un tiers d'hématite. L'examen au microscope y montre l'existence de beaucoup de fragments d'os et de petits Entomostraciens. Une dénudation considérable a eu lieu après la déposition des couches houillères moyennes. — MM. Gee et Hardden ont étudié le volumétre de Regnault et l'ont modifié. Avec un cylindre de laiton ils ont pu réduire l'erreur expérimentale jusqu'à 0,17 %. Ils décrivent un nouveau procédé pour déterminer la densité des corps à l'état de poudre. La poudre est introduite dans un vase en verre de capacité connue que l'on remplit ensuite d'acide carbonique sec. On détermine le volume occupé par la poudre en chassant l'acide carbonique par un courant d'air dans un appareil à potasse que l'on pèse avant et après l'expérience. L'erreur d'expérience est de moins de 0,2 %. Les auteurs concluent néanmoins qu'il vaut mieux, dans tous les cas où cela est possible, adopter une mesure hydrostatique.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

(SECTION DE MANCHESTER)

Séance du 9 janvier 1891.

M. Gerland a trouvé que les dissolutions d'acide oxalique titrées se conservent sans s'altérer si l'on y ajoute un peu de thymol. Le thymol n'agit pas sur les corps habituellement employés comme indicateurs. — M. J. A. Wilson lit un mémoire sur le "Turkey-red oil". Cette huile, introduite dans le commerce depuis 1876, est fabriquée au moyen de la réaction de l'acide sulfurique sur l'huile de ricin ou l'huile d'olive à froid. On enlève ensuite l'excès d'acide. Le produit final contient environ 1,3 % Na_2O , 20 % d'acide gras non combiné, et 25 % d'éléments de la glycérine. La densité varie de 1,017 à 1,135. La constitution de ce corps, étudiée déjà par divers savants, n'est pas encore bien déterminée.

P. J. HARTOG.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 9 janvier 1891.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Emil Walsch : Sur la géométrie infinitésimale des congruences de droites et de surfaces. — M. Rudolf Konig : Détermination de la trajectoire de la comète 1857 III. La comète télescopique découverte à Göttinge le 22 juin 1857 put être observée seulement pendant 23 jours, elle arriva au périhélie dès le 18 juillet. La discussion des observa-

tions permet néanmoins à l'auteur de donner comme très probables les éléments de la trajectoire parabolique de la comète. — **M. Ed. Mahler** : *Calcul de l'équinoxe et du solstice dans le calendrier des Juifs*. On calcule dans le calendrier hébreu l'équinoxe et le solstice par les deux méthodes inventées 300 ans environ après Jésus-Christ par les rabbins Samuel et Adda. Ces deux méthodes attribuent cependant à l'année solaire une longueur qui s'écarte assez de l'année tropique pour que les déterminations des points annuels soient aujourd'hui entièrement illusoire, car l'erreur de Samuel est maintenant de 18 jours et celle de Adda de 7 jours. L'auteur explique comment une nouvelle méthode de calcul peut avantageusement remplacer les anciens procédés.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — **M. Fray Stogermayr** : *Les fluides électriques, leur existence et la manifestation de leurs effets*.

3^e SCIENCES NATURELLES. — **M. A. Rosival** adresse le résultat des recherches pétrographiques qu'il a pu effectuer grâce aux matériaux recueillis par Teleki dans l'expédition de Hohnel dans l'Ouest Africain. On a avantageusement employé les méthodes optiques et la méthode microchimique de Borick dans cette étude. L'auteur donne une description systématique des échantillons étudiés : granits et schistes cristallins ; couches éruptives récentes, sédiments chimiques, etc.

Séance du 15 janvier 1891.

MM. Rudolf Benedikt et Marc Bamberger : *Sur l'action de l'acide iodhydrique sur les substances sulfurées*. L'acide iodhydrique de poids spécifique 1,70 réduit l'acide sulfurique, le sulfate de potasse, le sulfate de baryte, le sulfométhylate de potasse et le paraphénolsulfonate de potasse sous forme d'acide sulphydrique et de soufre. Si l'on chauffe les substances désignées avec de l'acide iodhydrique et du phosphore rouge, toute la quantité de soufre qui se forme passe à l'état d'acide sulphydrique. Le mercaptan n'est pas décomposé par l'acide iodhydrique. Les pertes dans la détermination de la quantité de méthoxyle des substances sulfurées sont dues à la formation de mercaptan ; le Nihoenol, mêlé au sulfate de potasse, donne très peu de méthoxyle. Il est à recommander de déterminer de préférence le méthoxyle en chauffant la substance considérée avec l'acide iodhydrique et le phosphore rouge. L'acide paraphénolsulfoné, traité par l'acide iodhydrique à chaud, se transforme en phénol. On doit rechercher si c'est là un mode général pour obtenir les substances mères des acides phénols et des acides-amides.

Emile WEYR,
Membre de l'Acad. mie.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séance du 18 décembre 1891

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. Pincherle** : Sur un système d'intégraux elliptiques, considérés comme fonctions de l'invariant absolu. Dans cette note M. Pincherle démontre que les systèmes :

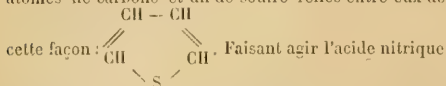
$$(1) \quad \sigma_n(x) = \int_0^1 \frac{e_1}{\sqrt{(1-3tx+1)}} \frac{t^n dt}{t}, \quad (n=0, 1, 2, \dots, \infty)$$

$$(2) \quad t^3 - 3tx + 1 = (t - e_1)(t - e_2)(t - e_3)$$

forment un système récurrent doué de propriétés, qui font rapprocher ce système de celui des fonctions sphériques σ_n de seconde espèce. Cependant une particularité en augmente l'intérêt. Tandis que les fonctions sphériques et tous les systèmes analogues considérés jusqu'ici, sont liés par des relations récurrentes de second ordre, le système (1), qui satisfait à une relation récurrente de troisième ordre, jouit de propriétés qui portent la question dans un champs tout à fait nouveau.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. Cattaneo** a étudié la dilatation thermique du bismuth, à l'aide d'un amalgame très riche de ce métal, pour voir si, comme il a été annoncé par M. Lüdeking, le bismuth liquide présente un maximum de densité à une température voisine de celle de la fusion, c'est-à-dire entre 268° et 270°. Les recherches de M. Cattaneo confirment les résultats obtenus déjà par M. Vicentini, qui avait trouvé que le bismuth à l'état liquide ne présente aucun maximum de densité. — **MM. Sella et Oddone**, poursuivant les études que M. Keller a exécutées dans la campagne romaine, ont fait des recherches sur les roches magnétiques qui se trouvent dans les Alpes. Ils ont exploré plusieurs localités du Canavese, du Biellese et du Mont-Rosa, et ils donnent une liste des lieux où existent des Roches possédant des points distincts, c'est-à-dire des zones qui font dévier de 180° l'aiguille aimantée d'une boussole de poche de moyenne grandeur. Les roches qui ont présenté des propriétés magnétiques sont la magnétite, la serpentine, la diorite, le mélaphyre, la syénite. Une roche magnétique a été observée par M. Sella sur la Punta Guiffetti (n. 4361 dans le groupe du Mont-Rosa) ; mais comme elle présente sur sa surface des traces de fusion due à la foudre, il n'est pas improbable que ses propriétés magnétiques dépendent de cette dernière cause. — **M. Ciamician** développe quelques considérations sur la théorie de la dissociation électrolytique. En ce moment on agit en chimie une question très intéressante, sur l'état où se trouvent les électrolytes lorsqu'ils sont dissous par l'eau. Pour expliquer certaines anomalies présentées par ces solutions quand on les compare avec les solutions de corps qui ne conduisent pas le courant électrique, le chimiste suédois Arrhénius, se référant aux anciennes idées de M. Williamson et de Clausius, a imaginé une théorie qui admet que les électrolytes en solution aqueuse seraient dissociés en leurs ions. Cette hypothèse qui semble en contradiction avec les données ordinaires de l'affinité chimique, sert à expliquer plusieurs faits obscurs jusqu'à ce moment. Dans la dissociation des ions, ces derniers ne peuvent être complètement libres ; mais il est nécessaire d'admettre qu'ils sont retenus par les polarités électriques qui se manifestent au moment de la scission. M. Ciamician, tout en acceptant la théorie de M. Arrhénius, s'efforce de la rendre moins contraire aux idées prédominantes en chimie, et pour cela il recherche les causes qui peuvent produire, en certains cas, une telle scission des molécules. Il observe que la dissociation électrique se manifeste surtout en solution aqueuse, parce que dans d'autres dissolvants mêmes les acides les plus énergiques sont de mauvais conducteurs du courant ; et il admet qu'entre les molécules des électrolytes et les molécules de l'eau ; il se produit une action, analogue à celle qui donne origine aux hydrates ordinaires. Les molécules de l'eau causent la scission des électrolytes, parce que les ions de ces derniers peuvent s'unir aux premières et former des groupements, dans lesquels les fractions positives et négatives des molécules du corps dissous, sont entourées par celles de l'eau qui n'éprouvent aucune altération. Les ions, de cette manière, restent séparés, et leurs charges électriques en empêchent l'action sur les molécules de l'eau. L'idée de M. Ciamician relative à l'existence des ions libres s'appuie sur la supposition que ces derniers peuvent s'unir à des molécules entières, de même qu'ils s'unissent entre eux. Appliquant cette hypothèse aux états liquide et solide, il arrive à la conclusion que dans les électrolytes (sels) solides et en fusion, peuvent encore se trouver des ions libres, parce que ces derniers ont la propriété de s'entourer de molécules entières du même électrolyte, qui en empêchent, pour quelque temps la réunion. — **MM. Ciamician et Angeli** entretiennent l'Académie d'une réaction qui permet d'apprécier la stabilité chimique relative des dérivés du thiophène, en mesurant la résistance que ces composés présentent à la scission. Le thiophène est formé par un anneau de quatre

atomes de carbone et un de soufre reliés entre eux de



sur le thiophène ou sur ses dérivés, on obtient seulement les produits de substitution avec le résidu nitrique; mais si au contraire on emploie des composés dans lesquels tous les atomes d'hydrogène sont remplacés par le brome, l'acide nitrique ouvre le noyau, et le soufre est transformé en acide sulfurique. Les auteurs espèrent qu'à l'aide de cette propriété, ils pourront déterminer, par la quantité des produits de scission, la résistance du noyau, parce que les divers thiophènes bromurés ne sont pas décomposés à un même degré par l'acide nitrique. Pour le moment MM. Ciamician et Angeli n'ont étudié que la partie qualitative du phénomène, et ils ont reconnu que le tétrabromothiophène et les deux tribromothiophènes, sont transformés par l'acide nitrique en composés qui contiennent une chaîne ouverte d'atomes de carbone. Il est intéressant d'observer que ces produits de scission sont en étroite relation avec les substances d'où l'on tire ces composés thiophéniques. De manière que la décomposition par l'acide nitrique pourrait être considérée comme une inversion du procédé synthétique de ces corps. — M. Fileti, étudiant la paradipropylbenzine, a examiné d'autres dérivés de cet hydrocarbure, et

dans une Note il met en relief l'analogie complète qui existe entre les sels des sulfocides de la dipropylbenzine et de la propylisopropylbenzine. — MM. Fileti et Crosa donnent la description d'une modification dont ils font usage pour préparer l'acide bromhydrique en forte qualité. On prépare l'acide avec la méthode ordinaire, par l'action du brome sur le phosphore rouge en présence de l'eau; mais, pour libérer le gaz des vapeurs de brome, on le fait passer dans un tube en verre, rempli d'un mélange intime d'amiante, imbibée d'acide bromhydrique, et de phosphore rouge. Cette disposition peut servir longtemps, et lorsque tout le phosphore est tout à fait détruit, on n'a qu'à mêler l'amiante avec une nouvelle quantité de ce corps. De cette manière les plus petites traces de vapeur de brome sont arrêtées, même si le gaz se produit rapidement, et il n'y a pas besoin de surveiller l'opération. — MM. Fileti et Basso : sur les acides homocycliques et homotétracycliques. — M. Errera : Acides nitrocycliques.

5° SCIENCES NATURELLES. — M. Pigorini présente une carte paléontologique italienne, dans laquelle on peut observer la distribution géographique des habitations lacustres qui existaient dans la vallée du Pô pendant l'âge du bronze, et celle des nécropoles du premier âge du fer. — M. De Zigno : Poissons fossiles de Lumeyzane en Val Trompia.

Ernesto Mangini.

NOUVELLES

LA CONFIRMATION EXPÉRIMENTALE DE LA THÉORIE DE FRESNEL

La dernière séance de l'Académie des Sciences (26 janvier) a été marquée par un événement sur lequel il importe d'attirer tout spécialement l'attention de nos lecteurs. M. A. Cornu y a rendu compte, dans les termes les plus élogieux, d'un travail de M. Wiener, de Strasbourg, destiné, croyons-nous, à un grand retentissement. L'éminent académicien en a fait ressortir le haut intérêt pour la théorie de la lumière.

Depuis l'expérience célèbre d'Arago et Fresnel démontrant la transversalité des vibrations par la non interférence des rayons polarisés à angle droit (1816), une question restait à résoudre, à savoir la direction du rayon polarisé relativement au plan de polarisation. Fresnel admettait que cette direction était normale au plan. Mais cette hypothèse, à laquelle l'avait conduit l'étude de la polarisation par réflexion, et qui lui semblait nécessaire, avait été rejetée par plusieurs physiciens, partisans du parallélisme des vibrations et du plan de polarisation. Aucune observation directe ne tranchait le débat. Cependant le problème était fondamental. L'Académie des Sciences de Paris le proposa comme sujet du prix Bordin pour 1867. Ce prix fut décerné à peu près en entier à M. W. Zenker, de Berlin, pour une réponse à cette question. Le mémoire couronné n'apportait pas, à proprement parler, une solution expérimentale; mais il indiquait comment on pouvait espérer la réaliser.

La méthode du savant allemand, approuvée par la Commission du prix Bordin, alors présidée par M. Fizeau, vient de recevoir la confirmation des faits, grâce à un dispositif élégant, imaginé par M. Wiener. Ce dispositif consiste à diriger sur un miroir, sous une incidence de 45°, un large faisceau de lumière polarisée : une partie du faisceau réfléchi, formant alors

un angle de 90° avec le faisceau incident, interfère avec ce dernier. M. Zenker avait démontré que, si le plan de vibration est normal au plan de polarisation, il devait en résulter une série de franges obscures séparées par des bandes lumineuses. Mais ces franges devaient être si rapprochées qu'il était extrêmement difficile d'en constater l'existence. C'est cette constatation que M. Wiener a pu faire au moyen d'une pellicule sensible (d'une épaisseur de 1/30 de longueur d'onde) imprégnée d'un sel d'argent : il est parvenu à y relever la trace d'un système de plans nodaux et de plans ventraux alternatifs. Mais afin d'éviter la confusion d'images qui se serait naturellement produite si la pellicule sensible avait été placée normalement aux plans obscurs, M. Wiener a eu l'ingénieuse idée d'orienter cette pellicule de telle sorte qu'elle leur fût presque parallèle. Dans ces conditions leurs traces peuvent être considérablement espacées et deviennent parfaitement visibles à l'œil nu.

Tels sont les curieux résultats dont M. Cornu vient de signaler toute la portée au point de vue de la théorie de la lumière. C'est en même temps la confirmation des conceptions de Fresnel et l'affirmation définitive des diverses interprétations basées sur l'hypothèse du plan de vibration parallèle au plan de polarisation.

Louis OLIVIER.

Erratum : Dans notre précédent numéro (page 10, première colonne, ligne 8) une coquille nous a fait écrire au sujet des *Rubis artificiels* : « ont environ quatre millimètres et demi d'épaisseur ». Il faut lire : « quatre millimètres de largeur et un millimètre et demi d'épaisseur ».

Le Gérant : OCTAVE DOIN.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

A PROPOS DES LEÇONS DE GÉOMÉTRIE DE M. DARBOUX

Les gens qui veulent apprendre les mathématiques, non pour être en mesure de satisfaire aux exigences limitées d'une profession, mais pour les savoir, sont quelquefois bien embarrassés. En comptant les volumes déjà parus des grands journaux de mathématiques, des collections publiées par les académies et les diverses sociétés savantes, on dépasserait sans peine le nombre mille, et d'habitude, ces volumes sont très gros. Il y a là dedans beaucoup de mémoires admirables, que l'on relira toujours; il y a aussi quelque fatras : que l'on compte maintenant ce qui se publie chaque année dans les diverses langues de l'Europe et qu'il faudrait lire pour se tenir au courant, à supposer que l'on y fût déjà, et l'on ne manquera pas d'être effrayé : ajoutez à cela que ceux qui sont en mesure de lire au moins une partie de ces mémoires sont habituellement dévorés du désir d'en écrire d'autres! eux-mêmes; supposez maintenant que cette activité scientifique continue et que, comme il est probable, elle s'accélère, et demandez-vous ce que ce sera dans deux ou trois siècles : la tête s'y perd. Remarquons en outre que les vrais et importants progrès dans le développement mathématique ne se font guère par ceux qui se sont enfermés dans un petit coin spécial, mais bien plutôt par ceux qui ont des vues d'ensemble, qui savent éclairer l'une par l'autre chaque partie de la science, et qui approchent de cette unité supérieure qui domine la multitude des vérités particulières,

comme les lois générales de la physique dominent l'infinité des phénomènes. Il semble que la science mathématique, en se développant comme elle l'a fait, devrait nécessiter la division, la spécialisation des recherches : tout au contraire, ce développement même s'est fait en grande partie par la fusion de concepts qui paraissaient appartenir à des branches éloignées de la science. Dans la belle Notice sur Halphen que M. Brioschi a lue à l'Académie des Lincei, le savant italien s'exprime comme il suit : « La note caractéristique du progrès moderne des études mathématiques se trouve dans la contribution que chaque théorie spéciale, des fonctions, des substitutions, des formes, des transcendentes, et aussi la géométrie, apportent à l'étude de problèmes pour lesquels autrefois une seule de ces théories aurait semblé nécessaire. » Assurément, si cette vue synthétique de l'ensemble de la science n'était nécessaire qu'à ceux qui doivent réaliser de grandes découvertes, beaucoup de personnes, même sans avoir une modestie excessive, pourraient se consoler de ne pas avoir la culture étendue qu'elle exige; mais en vérité la conception nette des rapports et de l'unité des diverses parties de la science est presque adéquate à l'intelligence même de cette science et cette culture étendue qui semble si difficile, il faut à tout prix l'acquérir.

A coup sûr, cela n'est pas impossible, et les termes mêmes du problème en font ressortir la solution; l'existence de concepts très généraux

AVIS. — M. C. Naud, auquel une importante situation vient d'être faite dans la librairie, va se trouver prochainement empêché de continuer ses fonctions de secrétaire à la *Revue*. Depuis la fondation du journal, M. Naud lui avait consacré tout son temps. C'est pour nous un devoir et un plaisir de le remercier ici de son précieux concours. M. Naud, ne pouvant plus nous le continuer comme secrétaire, nous le donnera, de temps à autre, comme collaborateur.

L. O.

contenant d'innombrables vérités particulières, d'ordre très différent, nous assure qu'il est possible de posséder l'ensemble de ces vérités : et il est très remarquable que l'intelligence de ces concepts ne suppose en aucune façon les efforts extraordinaires qu'il a fallu pour y arriver : leur démonstration est souvent plus simple, plus voisine des principes, que la démonstration de telle vérité particulière qui a conduit à les découvrir : c'était précisément ce qu'il y avait de particulier dans cette vérité qui masquait la simplicité de la démonstration vraie. Il y a donc, dans le travail scientifique des siècles, une partie caduque : elle a été nécessaire historiquement, comme les mesures des physiciens ont été nécessaires à l'établissement des lois de la physique, comme les calculs dont Kepler raconte qu'il était presque rebuté ont été nécessaires à la découverte des lois qui ont rendu son nom immortel : ces calculs, il est assurément inutile de les recommencer. Cette caducité relative des recherches scientifiques, qui devrait contribuer à donner aux savants quelque modestie, en même temps qu'une idée plus haute du but impersonnel vers lequel ils conduisent lentement l'humanité, est la raison profonde de l'indifférence qu'ils éprouvent d'habitude, et parfois d'une façon bien exagérée, pour l'histoire de la science, qui est souvent l'histoire de ce qu'il convient d'oublier¹. Mais, s'il est possible de s'instruire, comment y arriverait-on ? Comment ceux qui étudiaient distingueront-ils les parties caduques, les livres et les mémoires qu'ils n'est pas nécessaire qu'ils lisent, ceux par lesquels il faut commencer, et ceux vers lesquels ils reviendront plus tard, mieux armés pour lutter avec leurs difficultés, ou simplement désireux de savoir comment on est parvenu à découvrir des vérités qu'ils possèdent déjà ? Une première facilité leur était déjà offerte par les publications qu'ont commencées ou achevées les Académies, les Sociétés savantes, les États ou les particuliers, des œuvres des grands mathématiciens : les œuvres de Lagrange, de Laplace, de Gauss, d'Abel, de Jacobi, de Riemann, de Steiner, de Cauchy, de Lejeune-Dirichlet, de Fermat sont, les unes entièrement publiées, les autres en bonne voie. Quelques mathématiciens, encore heureusement vivants, ont même bien voulu présider eux-mêmes à la confection d'une édition définitive de leurs œuvres, dispersées dans des recueils que bien peu peuvent avoir à leur disposition : la postérité justifiera sans doute le jugement qu'ont porté sur la grande valeur de ces œuvres ceux qui ont poussé leurs

auteurs à les réunir et l'on ne saurait trop souhaiter que l'exemple donné par M. Cayley fût suivi dans notre pays, au moins par le maître illustre à qui l'arithmétique, l'algèbre et la théorie des fonctions doivent des découvertes si fondamentales.

Quoi qu'il en soit, la publication des œuvres des grands géomètres est loin de suffire.

Sans doute, le contact avec le génie sera toujours utile, sans doute ces œuvres contiennent des mémoires achevés, définitifs, qu'il faudra toujours relire, tant qu'il y aura des géomètres ; mais déjà la lecture de ces œuvres est une besogne effrayante pour un commençant, qui risque de s'y perdre, et, sur bien des points, les résultats obtenus par des hommes dont la plupart sont déjà « entrés dans l'histoire » ont été dépassés et de beaucoup, par des savants dont la gloire est moins consacrée.

Les livres qui sont indispensables aujourd'hui, si l'on veut que le travail scientifique s'étende et se poursuive, ce sont des livres d'ensemble, se suffisant à eux-mêmes et suscitant d'autres lectures par des renseignements bibliographiques assez complets, susceptibles d'être étudiés sans autre secours par ceux qui possèdent la forte culture élémentaire que donnent nos Facultés, tenus au courant des découvertes les plus récentes de la science et menant quelquefois leur lecteur jusqu'au point où il peut travailler lui-même sur un terrain encore inexploré, l'élevant assez haut pour qu'il ait des vues générales, lui fournissant assez de faits particuliers pour enrichir son esprit d'exemples sur lesquels il puisse s'exercer, lui montrant comment les sujets qu'il croyait rebattus peuvent être renouvelés, comment les vues des autres peuvent devenir des vues personnelles, lui donnant l'exemple de la façon dont on arrive à des vérités nouvelles, l'initiant au travail de la découverte, embrassant enfin un champ assez vaste et des points de vue assez divers pour exiger ou permettre l'emploi et le rapprochement de méthodes différentes.

Quelle science ne faut-il pas pour écrire un pareil livre, et quel désintéressement pour celui qui en est capable, de se résoudre à l'écrire au lieu de poursuivre des recherches personnelles où il ne peut manquer d'exceller et qui doivent l'attirer à chaque instant !

I

Cet idéal que j'essayais de tracer, il s'est présenté à mon esprit en lisant le livre dont M. Darboux a entrepris la publication sous le titre : *Leçons sur la théorie générale des surfaces et les applications géométriques du calcul infinitésimal*¹. L'œuvre est

¹ Je me place, bien entendu, au point de vue scientifique ; au point de vue philosophique, au contraire, rien n'est plus important que l'histoire de la science, ou des idées, qui domine l'histoire de la civilisation.

¹ G. DARBOUX. *Leçons sur la théorie générale des surfaces et les applications géométriques du calcul infinitésimal*, 1^{er} et 2^e volume, 1^{re} fascicule du 3^e volume. Paris, Gauthier-Villars, et fils, 1887-1890.

déjà considérable : deux volumes et un fascicule ont paru : on ne sait trop ce qu'il y faut admirer d'avantage, ou les recherches propres à l'auteur, ou l'extraordinaire richesse des informations, ou l'élégance toute personnelle avec laquelle sont exposés les travaux des autres, ou l'art de l'exposition, ou la hauteur des vues, ou l'abondance et l'intérêt propre des applications. Il ne saurait être question ici d'un compte rendu détaillé de l'œuvre de M. Darboux : la matière est trop spéciale ; je me contenterai d'en indiquer rapidement les grandes lignes.

Le premier volume débute par l'étude approfondie du déplacement d'un trièdre trirectangle ; cette étude, qui appartient à la cinématique, domine en fait une bonne partie de l'exposition adoptée par M. Darboux et permet de rapporter à une origine commune et d'obtenir avec une rare élégance les formules de la théorie générale des surfaces : c'est elle en particulier qui conduira, dans le second volume, au groupe de formules fondamentales dues à M. Codazzi et à toutes celles qui se rapportent au même objet. Cette même étude conduit aussi à la considération d'un système d'équations linéaires du premier ordre dont une intégrale s'obtient en égalant à une constante une fonction homogène et du second degré des inconnues : l'étude de ce système, dont l'intégration dépend d'une équation de Riccati, est aussi importante en mécanique qu'en géométrie. La définition de quelques surfaces par leurs propriétés cinématiques achève de mettre en lumière l'importance géométrique du déplacement d'une figure de forme invariable.

Les coordonnées curvilignes sont introduites en prenant pour point de départ la considération des *systèmes conjugués* dont l'importance ressort immédiatement, parce que la définition de ces systèmes est à la fois projective et dualistique. Une belle application de cette étude consiste à obtenir d'une façon presque immédiate les surfaces dont les lignes de courbure sont planes. Aux systèmes conjugués se rattachent immédiatement les lignes asymptotiques, chaque famille de lignes asymptotique étant conjuguée à elle-même. A cette étude se rattache aussi étroitement celle des systèmes orthogonaux et isothermes et le célèbre problème des cartes géographiques. Là se trouve mis en évidence le rôle essentiel que joue en géométrie la théorie des fonctions d'une variable imaginaire : l'auteur résume à ce propos les belles recherches de M. Schwarz sur la représentation conforme des aires planes. Le système orthogonal fourni par les lignes de courbure est l'objet d'une étude approfondie, tant en coordonnées rectilignes qu'en coordonnées tangentielles : on y prévoit déjà en

particulier, par quelques belles propositions dues à l'auteur, le rôle fondamental que jouera l'équation de Laplace dans la théorie des surfaces. Signalons en passant un intéressant chapitre sur les coordonnées pentasphériques, dont l'emploi donne à la théorie analytique des lignes de courbure son véritable fondement : on y trouvera en particulier la belle proposition de M. Sophus Lie, qui rattache les lignes asymptotiques aux lignes de courbure.

Ce premier volume se termine par une étude détaillée des surfaces minima. Le beau problème posé par Lagrange intéresse à la fois la physique, la géométrie, la théorie des fonctions d'une variable imaginaire : il a été, dans notre siècle, l'objet d'admirables développements dus à Monge, à Legendre, à Riemann, à M. Bonnet, à M. Schwarz, à M. Sophus Lie, à M. Weierstrass, à M. Beltrami, et à bien d'autres géomètres éminents. Nul autre peut-être ne fait mieux ressortir la mystérieuse unité de la science, nul autre ne s'est trouvé avoir des liens plus étroits avec les progrès récents de l'Analyse, et l'on comprend bien que l'auteur s'y soit attaché avec une sorte de prédilection ; lui-même apporte une contribution capitale au problème étudié expérimentalement par Plateau dans le cas où le contour qui doit limiter la lame mince de liquide glycérique est formé par une chaîne de droites ou de plans, en montrant comment ce problème peut être entièrement résolu quand on sait former le *groupe* d'une certaine équation différentielle linéaire du second ordre.

II

Le second volume commence par des notions générales sur les congruences de courbes ou de droites : on y trouvera une élégante interprétation géométrique de cette méthode, due à Laplace, qui transforme l'équation aux dérivées partielles

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + a \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} + b \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} + c = 0,$$

à laquelle le nom de l'illustre astronome est resté attaché, en une double suite d'équations de même forme, dont il suffit de savoir intégrer une pour que l'intégration de toutes les autres s'ensuive immédiatement. Cette double suite est aussi étudiée analytiquement avec détails ; M. Darboux donne, en particulier, la forme générale des équations de Laplace pour lesquelles la double suite se ferme d'un côté et de l'autre. M. Moutard avait obtenu des résultats analogues ; mais son mémoire a disparu en 1871 dans les incendies de la Commune, et M. Moutard n'a publié depuis, sur ce sujet, que des résultats partiels. Après avoir exposé les principaux résultats obtenus sur un cas particulier très important de l'équation de Laplace

par Euler, par Poisson, et plus récemment par M. Appell, M. Darboux montre comment Riemann a étendu aux équations linéaires aux dérivées partielles la notion d'équation adjointe que l'on doit à Lagrange pour les équations différentielles linéaires à une seule variable, comment l'illustre géomètre a fait dépendre l'intégration de l'équation de Laplace, le mot d'intégration étant entendu dans le sens, bien connu des physiciens, où interviennent des conditions aux limites, de la détermination d'une certaine solution de l'équation adjointe satisfaisant à des conditions relativement simples, et comment enfin il a réussi à déterminer cette fonction dans le cas de l'équation d'Euler. Une intéressante digression sur les propriétés de l'équation adjointe de Lagrange permet ensuite de compléter divers résultats donnés antérieurement sur l'équation de Laplace.

Les équations du type particulier

$$(1) \quad \frac{\partial^2 \psi}{\partial x \partial y} = \lambda \psi$$

sont l'objet d'une étude spéciale : l'une des plus belles propositions concernant ces équations est due à M. Moutard ; M. Darboux en fait ressortir toute l'importance par les conséquences diverses et quelquefois vraiment singulières qu'il en tire. Parmi les équations qui appartiennent au type précédent, les équations *harmoniques* où λ a la forme

$$\varphi(x+y) - \psi(x-y)$$

possèdent des propriétés analytiques extrêmement intéressantes, qui sont développées avec détail : le problème de reconnaître si l'équation (1) peut être ramenée à une équation harmonique rapproche l'auteur du domaine de la géométrie ; ce problème en effet est identique à celui-ci : reconnaître si l'élément d'une certaine surface peut être ramené à la forme

$$[\Phi(u) - \Psi(v)](du^2 + dv^2),$$

considérée par M. Liouville et étroitement liée à la théorie des lignes géodésiques.

Parmi les applications géométriques que fait M. Darboux des théories qui viennent d'être analysées sommairement, je signalerai l'étude des surfaces à lignes de courbure isothermes, où les résultats fondamentaux sont dus à M. Christoffel, l'étude des trajectoires orthogonales d'un système de surface, celle, en particulier, des droites normales à une surface, qui donne à l'auteur l'occasion de revenir sur le beau théorème d'optique que l'on doit à Malus, l'étude des surfaces dont les plans principaux sont conjugués par rapport à une surface du second degré, étude qui est liée intimement au théorème d'Abel et qui fournit de belles généralisations des théorèmes de Chasles sur les

polygones de périmètre maximum ou minimum inscrits ou circonscrits à l'ellipse, enfin l'étude des congruences de cercles et des systèmes cycliques.

Après ces applications, M. Darboux revient à la théorie générale des surfaces, pour établir, en partant des considérations cinématiques qui ont été développées au début, les formules de M. Codazzi ; il traite ensuite de la courbure normale et de la torsion géodésique, puis des lignes géodésiques ; celles-ci nous rapprochent de la mécanique et c'est à cette science que sont consacrées les trois derniers chapitres du volume. Le lecteur ne pourra manquer d'éprouver un vif plaisir en voyant de quel jour s'éclairent les propositions générales de Jacobi et d'Hamilton en se plaçant au point de vue géométrique où le conduit M. Darboux.

III

Du troisième volume le premier fascicule seul est paru.

La détermination des lignes géodésiques d'une surface dont on donne l'élément linéaire dépend, d'après la proposition générale de Jacobi sur les équations de la dynamique, amplement étudiée dans les chapitres précédents, de la détermination d'une solution contenant une constante arbitraire d'une équation aux dérivées partielles du premier ordre : Jacobi lui-même a indiqué un artifice ingénieux qui réussit assez souvent et qui réussit en particulier, comme l'a montré M. Liouville, dans le cas où l'élément linéaire a la forme qui a été signalée un peu plus haut : c'est en particulier, le cas des surfaces du second ordre. D'autres méthodes, plus générales et plus régulières sont développées par M. Darboux : M. Massieu, Bour, M. Bonnet, M. Maurice Lévy ont étudié les cas où l'équation aux dérivées partielles admet des intégrales d'une forme simple donnée a priori. M. Darboux rattache quelques-unes de ces recherches à la solution du beau problème de M. Beltrami : Étant donnée une surface, peut-on la représenter sur le plan de telle manière que les lignes géodésiques de la surface correspondent aux différentes droites du plan ? Bien d'autres questions se posent à propos de ces lignes géodésiques : signalons seulement l'étude si importante de la courbure géodésique, l'examen approfondi du problème du plus court chemin entre deux points d'une surface et la théorie des triangles géodésiques, dont Gauss a posé les fondements dans les admirables *disquisitiones circa superficies curvas*.

M. Darboux aborde ensuite le problème de la déformation des surfaces. Il prend pour point de départ la notion des paramètres différentiels, d'après M. Beltrami, et montre en particulier comment elle conduit à la définition d'une fonction

complexe sur une surface pareille à la définition habituelle sur un plan. Il établit ensuite comment la considération des paramètres différentiels permet d'obtenir la solution du problème fondamental de la théorie : Reconnaître si deux surfaces sont applicables l'une sur l'autre, ou si deux formes de l'élément linéaire sont équivalentes. A cette question se relie celle-ci, non moins essentielle : déterminer toutes les surfaces ayant un élément linéaire donné; cette détermination dépend d'une équation aux dérivées partielles du second ordre. M. Darboux, reprenant les principes du mémoire de Gauss, montre comment on peut en tirer un système de formules équivalant à celles de M. Codazzi et comment de ces formules on aurait pu tirer l'équation aux dérivées partielles. Il donne ensuite diverses autres méthodes pour parvenir à cette équation, celle en particulier qu'il avait fait connaître en 1872, dans son beau mémoire sur une *classe remarquable de courbes et de surfaces algébriques*.

L'étude de cette équation fournit à M. Darboux l'occasion de préciser la notion des courbes dites caractéristiques, d'après Monge, qui interviennent dans l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre : dans le cas particulier,

ces caractéristiques sont les asymptotiques de la surface qu'on déforme, d'où le rôle essentiel de ces lignes dans la théorie de la déformation.

Enfin le dernier chapitre, interrompu dans le fascicule, se rapporte à la déformation des surfaces gauches.

J'aurai atteint mon but si l'analyse très sommaire qui précède a pu donner aux lecteurs de la *Revue* quelque idée de la richesse des matières mises en œuvre dans le livre de M. Darboux, de la variété et de l'importance des méthodes employées, et du service extraordinaire qu'il a rendu à tous ceux qui aiment les mathématiques, en mettant à leur portée sa science profonde. Espérons que l'exemple qu'il a donné trouvera des imitateurs. On dit que M. Émile Picard prépare un traité général sur la théorie générale des équations différentielles. Il y a tout lieu de croire que son livre sera, lui aussi, un de ces livres *indispensables* dont je parlais en commençant. Rien ne peut mieux honorer notre pays qu'une pareille *littérature*, qui, dans l'état actuel de la Science, vient véritablement à son heure.

Jules Tannery

Sous-directeur des études scientifiques
à l'École normale supérieure.

LA PRESSION OSMOTIQUE ET LA PHYSIOLOGIE DE LA CELLULE

LES VACUOLES DES CELLULES VÉGÉTALES

On sait que la plupart des cellules végétales adultes sont constituées (fig. 1, A, page 70) par une membrane de cellulose *a*, une couche de protoplasma *b* contenant des plastides, un noyau *c* et une grande vacuole *d* remplie d'une solution complexe à laquelle on donne le nom de suc cellulaire. Cette cavité à contenu liquide occupe souvent la presque totalité de la cellule; elle est entourée de tous côtés par une couche de protoplasma et en dehors de celle-ci par la membrane cellulosique. Le protoplasma jouit de la propriété singulière d'être perméable à l'eau tout en étant presque complètement imperméable aux substances dissoutes. Il constitue donc une de ces parois que les physiiciens appellent semi-perméables.

Grâce aux travaux de MM. Pfeffer, Van't Hoff, Arrhenius, etc. magistralement exposés par M. Etard dans cette *Revue* (n° du 15 avril 1890, page 193), on sait qu'une solution entourée de toutes parts par une membrane semi-perméable exerce sur cette paroi une pression variable. Ce sont uniquement les molécules dissoutes dans le liquide qui déter-

minent cette pression. Cette théorie purement physique s'applique entièrement aux phénomènes qui se passent dans la cellule végétale. En effet, cette dernière contient une solution complexe entourée complètement par une paroi semi-perméable, l'utricule protoplasmique.

I

Dès lors, que doit-il arriver lorsqu'une cellule est plongée dans l'eau? Les molécules dissoutes dans le suc cellulaire exercent sur la membrane de protoplasma une pression qui a pour premier effet de distendre l'utricule protoplasmique et de la presser fortement contre l'enveloppe de cellulose. Si celle-ci était aussi extensible que le protoplasma, l'accroissement de la cellule se poursuivrait jusqu'à la rupture. Mais il n'en est pas ainsi : l'enveloppe est peu extensible; elle est par contre très élastique. Il arrive donc bientôt un moment où sa tension fait équilibre à la pression osmotique. Depuis ce moment plus d'augmentation de volume : la cellule est *turgescence*. La pression interne qui

s'exerce dans la cellule peut dans certains cas atteindre des valeurs très élevées, allant jusqu'à une vingtaine d'atmosphères.

Si au contraire la solution qui baigne la cellule

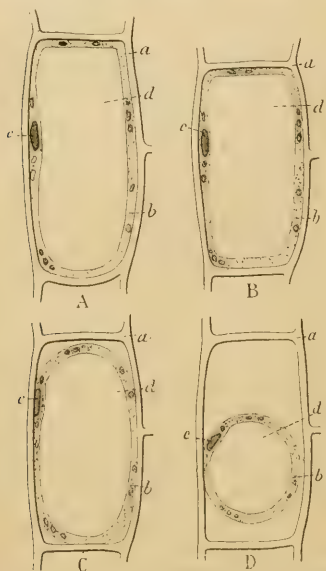


Fig. 1. — Schéma d'une cellule végétale pourvue d'une grande vacuole : A, normale ; B, C, D aux divers stades de la plasmolyse provoquée par une solution diluée de nitrate de potasse (d'après M. Hugo de Vries). — *a*, membrane de cellulose ; *b*, couche protoplasmique ; *c*, noyau ; *d*, grande vacuole.

est suffisamment concentrée, l'eau du suc cellulaire traverse la couche du protoplasma et quitte la cellule ; le volume de celle-ci diminue et sa membrane se relâche (fig. 1, B). Puis, à mesure que la sortie de l'eau se poursuit, le protoplasma ne remplit plus entièrement l'espace délimité par la membrane revenue sur elle-même, et l'on voit le protoplasma se détacher de son enveloppe de cellulose (fig. 1, C). Bientôt l'ensemble de la vacuole, du noyau et du protoplasma avec toutes ses enclaves, est réduit à une masse arrondie (fig. 1, D). L'ensemble de ces phénomènes a reçu le nom de *plasmolyse*. Comme le protoplasma est sensiblement imperméable aux substances dissoutes, l'eau seule abandonne la cellule, et le suc cellulaire se concentre ; ainsi s'établit l'équilibre entre la concentration du suc cellulaire et celle de la solution extérieure. Dès cet instant l'élimination de l'eau cesse.

Un appareil très simple a été employé par M. le professeur Errera ¹ pour démontrer d'une façon

assez parfaite le mécanisme de la turgescence et de la plasmolyse. Cet appareil se compose (fig. 2) d'une ampoule de caoutchouc *a* entourée d'un solide réseau en fil de soie *b*. En insufflant de l'air dans cette ampoule, on la voit s'appliquer contre le réseau et le tendre à son tour. Mais celui-ci, peu extensible, s'oppose bientôt à tout accroissement nouveau de volume, et le système est tendu, rigide, turgescant. L'air insufflé représente le suc cellulaire ; l'ampoule

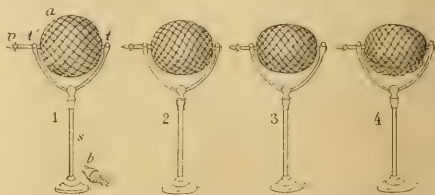


Fig. 2. — Appareil de M. Léo Errera pour représenter les phénomènes de plasmolyse. — 1, appareil gonflé ; 2 et 3 montrent les phases successives du dégonflement, jusqu'à la plasmolyse (4). — *a*, ampoule en caoutchouc avec réseau en fil de soie ; *t*, tubes ; *v*, robinet ; *s*, support métallique ; *b*, insufflateur.

de caoutchouc, l'utricule protoplasmique très extensible et de faible élasticité ; enfin le réseau de soie, la membrane de cellulose peu extensible et à forte élasticité. Si nous laissons maintenant échapper lentement l'air contenu dans l'ampoule, le réseau de soie et le ballon de caoutchouc suivent d'abord ensemble la diminution de volume de l'air et restent appliqués l'un sur l'autre. Bientôt le réseau est arrivé à ses limites naturelles ; mais le caoutchouc continue à revenir sur lui-même, et se détache par conséquent du filet de soie : ainsi en est-il quand, dans la cellule, la plasmolyse a lieu.

Dans l'accomplissement de ces phénomènes cellulaires le rôle principal est évidemment dévolu à l'utricule protoplasmique. Mais celle-ci n'a pas une structure homogène. Elle est limitée aussi bien en dehors, contre la membrane de cellulose, qu'en dedans, du côté de la vacuole, par une mince couche hyaline. La zone granuleuse intermédiaire renferme un grand nombre d'éléments variés : noyau, grains d'amidon, grains de chlorophylle, etc., dont nous n'avons pas à nous occuper. On admet, en effet, que ce sont précisément les deux couches liquides qui interviennent dans les échanges de liquides.

II

M. Hugo de Vries attribue à la couche limitante interne, c'est-à-dire à la paroi des vacuoles, une existence propre ; il la considère comme un organe différencié au même titre que les plastides ou leucites et lui donne le nom de *tonoplaste*. Cette théorie est basée principalement sur deux ordres de faits : 1° le tonoplaste peut être isolé

¹ L. ERRERA. Sur des appareils destinés à démontrer le mécanisme de la turgescence et les mouvements des stomates. Bull. de l'Acad. Roy. de Belgique, 3^e série, t. XVI, p. 458, 1888.

du restant du corps protoplasmique et on peut le conserver vivant alors que tous les autres organes de la cellule sont morts ; 2° les tonoplastes naissent toujours par division d'un tonoplaste antérieur.

Pour isoler les tonoplastes M. de Vries ¹ plonge la cellule dans une solution de nitrate de potassium à 10 % légèrement colorée en rose par l'éosine. Une algue vulgaire, le *Spirogyra nitida* (fig. 3), con-

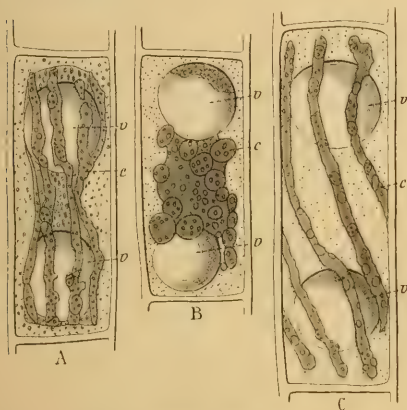


Fig. 3. — Cellules de *Spirogyra nitida* plongées dans une solution concentrée de nitrate de potassium contenant un peu d'éosine. — c, bandes de chlorophylle ; v, vacuoles ; — A, la contraction du protoplasma a été faible. La vacuole unique de la cellule normale s'est divisée ; B, le protoplasma s'est contracté davantage. Les bandes chlorophylliennes se sont désagrégées. La vacuole supérieure porte un peu de protoplasme mort ; C, la cellule a été tuée dès son immersion dans la solution : le protoplasma n'a pas subi de contraction ; les bandes chlorophylliennes ont conservé leur position normale. Dans ces trois figures, les vacuoles sont restées partout incolores et vivantes, tandis que le reste de la cellule se colorait par l'éosine. Le noyau cellulaire n'est pas représenté. (D'après M. de Vries.)

vient tout particulièrement à ces expériences. Sous l'influence de ce liquide, la turgescence disparaît ; le corps protoplasmique se contracte et ne tarde pas à se colorer en rouge, ce qui démontre qu'il est mort. On voit apparaître alors, soit à l'intérieur du protoplasma, soit sur ses bords, une ou plusieurs vésicules claires remplies de suc cellulaire et entourées d'une membrane hyaline et incolore. Ces vésicules dérivent de la vacuole que contenait la cellule de Spirogyre. Le protoplasma, en se contractant, les expulse ordinairement de sa masse et il arrive même à ne plus avoir aucun rapport avec elles. Chose singulière, la paroi de ces vacuoles est restée incolore alors que le noyau et le protoplasma tout entier sont imprégnés d'éosine ; seule dans le contenu cellulaire, elle s'est mainte-

nue en vie. Dans de bonnes conditions, les vacuoles ainsi isolées peuvent persister pendant plusieurs jours après la mort du protoplasma et l'on peut faire sur elles les diverses expériences de tension osmotique ; elles augmentent de volume lorsque la concentration du liquide extérieur devient moindre ; elles se contractent, au contraire, quand on remplace cette solution par une autre plus concentrée. Ces résultats ne s'obtiennent d'une façon bien nette qu'avec des tonoplastes récemment isolés. En effet, la vitalité de ces organes s'affaiblit peu à peu dans la cellule morte et au bout d'un temps variable ils sont devenus perméables aux substances dissoutes. La mort lente et graduelle de la paroi des vacuoles peut être activée par des poisons, tels que l'iode, le chlorure mercurique, le sulfate de cuivre, l'éther, etc.

Nous avons vu antérieurement que dans chaque cellule de spirogyre se produisent d'ordinaire plusieurs vacuoles hyalines. Or il est de règle que ces cellules ne contiennent à l'état normal qu'une seule grande cavité à suc cellulaire. Lors de l'immersion de l'élément dans la solution de nitrate de potassium à 10 %, la vacuole s'étrangle d'ordinaire en son milieu et se divise finalement en deux vacuoles-filles qui peuvent à leur tour se diviser. Nous assistons donc ici à la multiplication de ces organes (fig. 3, A, B, C).

Ces divers faits conduisirent M. H. de Vries à admettre que le tonoplaste forme dans la cellule végétale un organe différencié du protoplasma. Par ses caractères de semi-perméabilité, il se rapproche de la couche limitante externe du protoplasma, mais il résiste beaucoup mieux qu'elle aux influences nocives. Tandis que cette dernière a pour fonction essentielle de sécréter la membrane de cellulose, le tonoplaste sécrète les matériaux du suc cellulaire. L'un et l'autre sont des organes spéciaux qui ne prennent naissance que par division, absolument comme les plastides.

A l'appui de sa thèse, M. H. de Vries apporte principalement des preuves fournies par l'étude plasmolytique du tonoplaste. D'autre part, M. Went ¹ s'est occupé surtout de la division. Il a d'abord étudié les cellules très jeunes du point végétatif d'un certain nombre de plantes. En employant la méthode de M. H. de Vries qui consiste à tuer tout le protoplasme en ne laissant intacts que les tonoplastes, il a montré que ceux-ci existent déjà dans des cellules jeunes où il n'y a pas encore de traces de suc cellulaire. Ils s'y présentent sous forme de petits organes disséminés dans le protoplasme. Plus tard lorsque la cellule com-

¹ H. DE VRIES, *Plasmolytische Studien über die Wand der Vacuolen*, Jahrbücher f. wissenschaft. Botanik, Bd. XVI, S. 165, 1885.

¹ F. A. F. C. WENT, *Les Premiers États des vacuoles*, Arch. Néerland. d. sciences exactes et naturelles, T. XXI, p. 283, 1887.

mence à croître, une gouttelette de suc est sécrétée dans chacune de ces granulations et à mesure que l'élément tout entier augmente de volume, les vacuoles nouvellement formées se dilatent jusqu'à venir au contact les unes des autres. La cellule offre alors un aspect écumeux caractéristique. Dès ce moment les vacuoles se fusionnent peu à peu et ainsi se constitue finalement la grande vacuole centrale qui remplit presque entièrement la cellule adulte. Les petites vacuoles virtuelles qui existaient dans les jeunes cellules du point végétatif naissent toujours par division des vacuoles préexistantes.

Dans un second travail ¹ M. Went rapporte ses expériences antérieures, puis il montre que des vacuoles pathologiques peuvent se former au sein du protoplasme dans diverses conditions; elles n'ont pas de tonoplaste et doivent être considérées comme des produits de désorganisation du protoplasme.

Voici les conclusions que l'auteur tire de ces deux travaux : « 1° Toutes les cellules végétales vivantes contiennent des vacuoles (sauf, peut-être, les Spermatozoïdes, les Cyanophycées et les Bactéries). 2° Toutes les vacuoles d'une plante proviennent par voie de division de la vacuole de l'oosphère de la plante-mère. Les tonoplastes se trouvent donc, comme organes du protoplasme, sur la même ligne que les noyaux et les chromatophores. Les vacuoles normales ne se forment jamais aux dépens du protoplasme. »

III

On a objecté à M. Went que dans les cellules reproductrices des algues, les vacuoles ne peuvent certainement pas naître par division. Dans un dernier mémoire ² cet auteur s'est efforcé de montrer que la théorie de M. de Vries était entièrement applicable à ces vacuoles. Ses observations sont très nombreuses; en voici un exemple : la cellule-mère des zoospores d'une algue marine, le *Codium tomentosum* (fig. 4) possède une grande vacuole centrale (fig. 4, A). A un deuxième stade, la vacuole est étranglée au milieu, puis elle se divise (fig. 4, B). Plus tard, le morcellement de la vacuole primitive donne naissance à un nombre de plus en plus considérable de vacuoles-filles jusqu'à ce qu'enfin il y en ait une pour chacune des jeunes zoospores (fig. 4, C). Pendant que se poursuivent ces multiples subdivisions, l'une des premières vacuoles-filles reste intacte au fond de la cellule primitive (fig. 4, v').

Lorsque les zoospores sont mûres, cette vacuole se dilate énormément et expulse ainsi les éléments reproducteurs. D'après M. Went, chacune des vacuoles des zoospores provient donc de la vacuole primitive.

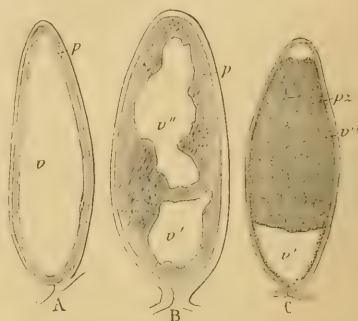


Fig. 4. — Cellules-mères des zoospores du *Codium tomentosum*. A, cellule jeune; v , protoplasma; v' , vacuole centrale; B, la vacuole s'est divisée en donnant deux vacuoles-filles: v'' et v' ; v' , protoplasma; C, v , v' , le protoplasma s'est divisé en un grand nombre de zoospores dont chacune est pourvue d'une petite vacuole (v'') dérivant de la vacuole v' de la figure précédente. La vacuole v' est restée indivise. (D'après M. Went.)

Cette conclusion a été attaquée par M. Klebs ³. Pour cet auteur, le fait n'est pas aussi général. Ainsi, chez une algue assez répandue dans l'eau courante très aérée, l'*Hydrodictyon*, la vacuole qui se trouve au fond de la cellule-mère des zoospores, lors de la maturité de celles-ci, représente en son entier la vacuole primitive de cette cellule, et les vacuoles des zoospores elles-mêmes paraissent se former sans sa participation.

Malgré cette objection, il reste acquis que dans beaucoup de cas les vacuoles naissent par division. Même chez l'*Hydrodictyon*, il est possible que les résultats négatifs ne soient dus qu'à la difficulté de l'observation.

Mais un travail récent de M. Pfeffer ⁴ vient tout remettre en question. Par des recherches très nombreuses et très bien faites, ce botaniste établit qu'on peut sur les Myxomycètes, particulièrement chez le *Chondrioderma difforme* (fig. 5), faire naître une vacuole partout où on le désire. Les Myxomycètes sont des champignons en quelque sorte *sarcodaires* à peu près uniquement composés de masses protoplasmiques *nues*, sans enveloppe de cellulose (voir fig. 5). Pour y créer des vacuoles on plonge la masse protoplasmique dans une solution saturée d'un corps peu soluble et con-

¹ F. A. F. C. WENT. Die Vermehrung der normalen Vacuolen durch Theilung. Jahrb. f. wissensch. Botanik, Bd XIX, S. 295, 1888.

² F. A. F. C. WENT. Die Entstehung der Vacuolen in den Fortpflanzungszellen der Algen. Ibid. Bd XXI, S. 299, 1890.

³ G. KLEBS. Einige Bemerkungen über die Arbeit von Went « Die Entstehung den Vacuolen in der Fortpflanzungszellen der Algen. » Botanische Zeitung, 29 August 1890. Voyez plus loin p. 86.

⁴ W. PFEFFER. Zur Kenntniss der Plasmahaut und der Vacuolen, nebst etc. Abhandl. d. math.-phys. Classe der Königl. Sachs-sischen Gesellschaft d. Wissensch. Bd. XVI, S. 185, 1890.

tenant de très petits fragments de ce même corps. L'expérience réussit le mieux avec la solution saturée à froid d'asparagine. Après une phase de contraction, le protoplasme reprend ses mouvements de reptation et il absorbe par sa surface des particules d'asparagine qui sont lentement transportées vers l'intérieur du corps. Lorsque l'organisme a ainsi incorporé un nombre suffisant de particules solides, on le replace dans l'eau. L'asparagine dissoute qui imprégnait le plasmode est éliminée par suite de la diffusion, et les petits fragments solides de cette substance peuvent se dissoudre. Aussitôt on voit se former autour de cha-

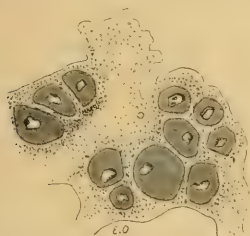


Fig. 5. — Portion de *Chondrioderma difforme* ayant absorbé des fragments cristallins d'asparagine. Autour de chaque particule s'est formée une vacuole. (D'après M. Pfeffer.)

cun de ceux-ci, une petite vacuole dont le volume croît progressivement jusqu'à la complète dissolution du fragment. Ce n'est que dans des cas assez rares que les particules sont de nouveau excrétées par la surface du corps. La production et l'accroissement de ces vacuoles sont évidemment dues à la tension osmotique exercée par l'asparagine dissoute. Ce qui le prouve, c'est que l'augmentation de volume des vacuoles est très rapide lorsque la température s'élève : la solubilité de l'asparagine augmente ; sa tension osmotique et par conséquent les dimensions des vacuoles suivent la même progression.

Ces vacuoles prennent aussi naissance autour des particules de gypse qui ont été ingérées par les plasmodés déposés dans une solution saturée de ce sel. En raison de la faible solubilité de ce corps, les vacuoles se forment lentement et n'atteignent jamais que de faibles dimensions.

M. Pfeffer a pu aussi produire des vacuoles en faisant absorber au Myxomycète des sphéro-cristaux de vitelline. Cette substance, tout en étant

presque totalement insoluble dans l'eau, se dissout assez bien dans le liquide protoplasmique. On peut, en colorant d'abord la vitelline par le bleu d'aniline, obtenir autour des sphéro-cristaux ainsi préparés des vacuoles teintées en bleu qui persistent pendant plusieurs jours.

Les vacuoles formées par l'un quelconque de ces procédés se comportent dans toutes leurs manifestations comme des vacuoles normales. Elles se divisent et donnent naissance à des vacuoles-filles ; lorsque deux d'entre elles se touchent, on les voit parfois se fusionner. Les plus petites présentent des pulsations, absolument comme les petites vacuoles qui existent normalement chez les Myxomycètes. Leur volume diminue lorsqu'on plonge le plasmode dans une solution concentrée. Un point reste pourtant douteux. M. Pfeffer n'est jamais parvenu, par le procédé de M. H. de Vries, à isoler la paroi d'une de ces vacuoles artificielles.

Ces expériences mettent hors de doute que chez les Myxomycètes des vacuoles peuvent se former mécaniquement au sein du protoplasma.

L'auteur a pu suivre la régénération de la couche limitante externe du Myxomycète aux dépens du protoplasma, et même la transformation de cette couche en paroi de la vacuole. Il conclut en disant que probablement les couches hyalines qui limitent le protoplasma du côté de l'extérieur et du côté des vacuoles n'ont aucune autonomie, et qu'elles représentent une portion de protoplasma d'où les granulations se sont retirées.

La théorie de M. de Vries et celle de M. Pfeffer sont-elles aussi contradictoires qu'elles la paraissent ? Nous pensons que, si chez des organismes aussi inférieurs que les Myxomycètes, la spécialisation du protoplasma n'est pas opérée, si chez eux une portion quelconque peut indifféremment fonctionner comme paroi des vacuoles ou comme couche limitante externe, rien ne prouve qu'il en soit de même pour les cellules hautement différenciées des plantes supérieures. Nous voyons partout, lorsque nous parcourons la série des êtres vivants, que des fonctions primitivement diffuses ou remplies par une partie quelconque du corps, se localisent en devenant l'apanage exclusif d'organes déterminés, mieux adaptés à ce but spécial.

Jean Massart,

Docteur ès sciences
de l'Institut Solvay (Université de Bruxelles).

LES IDÉES MODERNES SUR LA THERMOMÉTRIE

Il y a quelques années à peine, le mot *métrologie* n'était compris que par son sens étymologique. Aujourd'hui la science qu'il désigne s'affirme nettement; elle se sépare de la physique générale, à laquelle elle emprunte la connaissance expérimentale de la Nature, tandis que ses méthodes ont été créées de toutes pièces, ou puisées à un état plus ou moins avancé dans les sciences les plus anciennement exactes, dans l'Astronomie en particulier.

La Métrologie est la science des mesures. Rigoureusement, ce n'est pas une science : c'est un ensemble de méthodes. Mesurer n'importe quoi avec précision, tel est son but; c'est, comme on le voit, de l'art pour l'art. Un métrologiste détermine la longueur d'une règle, sa dilatation, les défauts de ses subdivisions; il mesure la masse d'un morceau de métal ou cherche les corrections d'un thermomètre; puis, cela fait, il abandonne la règle, qui servira à un géodésien, ou le thermomètre dont un physicien tirera profit dans ses recherches.

Présentée ainsi dans son squelette, la Métrologie doit paraître à l'esprit non prévenu la plus ingrate et la plus stérile des sciences. Cependant, en y regardant de plus près, on est étonné de la diversité des méthodes qu'elle emploie, ainsi que de la complication des problèmes qu'elle attaque et qu'elle parvient à résoudre. Les phénomènes en apparence les plus simples et les plus élémentaires sont toujours accompagnés d'une foule de phénomènes accessoires, qui troublent le résultat principal, et que la physique ordinaire élimine du mieux qu'elle peut par ce que l'on nomme l'expérience. La Métrologie effectue l'épuration plus complète, ou, que l'on me permette cette comparaison, elle opère comme une nouvelle distillation fractionnée d'un résidu que la physique ordinaire renferme dans un terme général, *causes d'erreurs*; des phénomènes qui avaient échappé au physicien se révèlent au métrologiste, qui cherche à les isoler et à établir leurs lois. La Métrologie devient alors, par les résultats qu'elle met au jour, une physique supérieure et raffinée; la connaissance des phénomènes qu'elle étudie uniquement pour servir à ses méthodes, permet d'entrer plus avant dans la connaissance exacte des propriétés des corps, et peut servir de base certaine à des théories élevées.

On pourra dès lors dire, sans être trop paradoxal, qu'une bonne mesure de précision enseigne souvent plus qu'une théorie nouvelle. Elle a sur celle-ci l'avantage de n'enregistrer que des faits acquis.

La Thermométrie est une branche de la Métro-

logie; aride pour elle-même dans son but immédiat, elle est éminemment utile aux sciences d'observation; elle devient intéressante par l'étude de tous les phénomènes qu'elle rencontre sur sa route, et dont elle recherche les lois surtout pour réussir à se défaire de leur influence perturbatrice. Nous allons chercher à en préciser l'état actuel, et à en caractériser les tendances.

1

Échelle thermodynamique et échelle pratique des températures. — Il n'est presque pas une propriété des corps qu'un changement de température ne modifie; les dimensions, la résistance électrique, le pouvoir radiatif ou absorbant, l'élasticité pour les solides, la viscosité pour les liquides ou les gaz augmentent ou diminuent avec les fluctuations de la température, et peuvent servir à les indiquer. Tous les phénomènes que nous venons d'énumérer, et beaucoup d'autres encore ont effectivement servi de base à des méthodes de mesure, qui s'adaptent particulièrement à certains besoins de la science et de l'industrie.

L'indicateur de température le plus anciennement employé est le thermomètre à gaz. Attribué par les historiens du thermomètre à Galilée ou à Santorio ou encore à Drebbel¹, il fut repris par Gay-Lussac, qui le proposa aux physiciens dans un but d'unification d'abord, puis aussi parce que la grande dilatation des gaz rend les mesures assez indépendantes de la dilatation de l'enveloppe. L'étude du thermomètre à gaz poursuivie par Regnault, a fait de nouveaux progrès à l'occasion des travaux exigés par le programme de la Convention du mètre. C'est encore, comme nous le verrons, au thermomètre à gaz que les températures sont rapportées, il est vrai, en précisant et en limitant son emploi.

Définir la température par les propriétés d'un corps serait un procédé arbitraire et opposé aux tendances modernes de la Science. On s'en est libéré par la considération du cycle de Carnot. On sait que le rendement maximum d'une machine thermique est défini par les températures de la source de chaleur et du réfrigérant². Inversement, la valeur numérique de ces températures peut être

¹ Voir à ce sujet un travail aujourd'hui très rare de M. F. Burckhardt et l'excellente *Histoire du thermomètre* de M. Renou (Gauthier-Villars).

² Voir dans cette Revue, t. I, 1890, n° 1 et 5, pages 2 et 129. les articles de M. Witz et de M. Dwellshauvers-Dery.

donnée par le cycle. La définition la plus ordinaire consiste à considérer comme donnant la valeur numérique des températures les rapports des chaleurs empruntées au foyer et rendues au réfrigérant¹; c'est la définition par les *coefficients de perte*. Mais on peut aussi, comme l'a fait M. Lucas², envisager le *coefficient économique* comme une fonction de la différence des températures. La température t ainsi définie est alors reliée à la température T d'après la première définition par la formule

$$t = \frac{1}{\beta} \log. \alpha T,$$

ou

$$\beta = \frac{1}{100} \log_e (1 + 100 \alpha).$$

Cette dernière définition conduit à attribuer les valeurs $-\infty$ et $+493$ aux températures cotées habituellement -273° (zéro absolu) et 1000° vulgaires. La définition de M. Lucas n'est, *a priori*, ni plus ni moins rationnelle que la première. Mais celle-ci a l'avantage de donner pour la majeure partie des variations thermiques des corps des fonctions sensiblement linéaires. Elle donnerait une fonction rigoureusement linéaire pour la dilatation des corps fictifs nommés gaz parfaits, tandis que, pour ceux-ci, la seconde définition conduirait à une relation logarithmique beaucoup plus incommode. Nous nous en tiendrons à la première, en insistant sur ce fait qu'elle n'est pas la seule possible.

Pour définir complètement l'échelle thermométrique il faut encore donner la valeur de deux de ses points. Dans le système centigrade, on fixe le zéro par la température de la glace pure fondant sous la pression atmosphérique, et le point 100 par la température de la vapeur d'eau bouillant sous la pression de 760 millimètres de mercure à 0° et réduite aux conditions dites normales de la pesanteur, c'est-à-dire à la latitude de 45° et au niveau de la mer.

Dans la pratique, on définit fréquemment la valeur numérique de la température par le rapport entre une variation thermique, et le centième de la variation totale entre 0° et 100° . Un grand nombre de variations thermiques se rapprochent assez de la forme linéaire pour que, dans la plupart des applications, on puisse ne pas tenir compte de la différence³.

C'est ce qui aurait lieu pour la dilatation des gaz parfaits, et ce qui se trouve réalisé sensiblement pour l'hydrogène dans de larges limites. Un grand nombre de variations thermiques, comme par exemple la dilatation du mercure, s'en rapprochent assez pour que, dans la pratique ordinaire, on puisse négliger le terme correctif. On n'a rien fait de mieux jusqu'à ces dernières années; mais cette approximation ne suffit plus à la Métrologie moderne⁴.

II

Thermomètre à gaz. — Nous ne pouvons nous attarder à discuter les expériences de thermodynamique par lesquelles on parvient à déduire de la dilatation des gaz une échelle thermométrique rigoureuse; il nous suffit de savoir que, pour ces corps, le terme correctif de l'équation (3) [mise en note] peut être calculé. Comme nous le disions tout à l'heure, ce terme est très petit pour l'hydrogène; si petit que, aux températures ordinaires, on n'en connaît même pas le signe. C'est guidé par ces considérations que, dans sa session de 1887, le Comité international des poids et mesures décida d'adopter provisoirement dans son service, comme échelle thermométrique normale, l'échelle donnée par une fonction linéaire de la variation de tension de l'hydrogène. C'est donc au thermomètre à hydrogène que toutes les températures doivent être rapportées, et tous les appareils servant à les mesurer doivent être gradués d'après cet instrument.

Ici se place une restriction. La décision du Comité international doit être prise non à la lettre, mais dans son esprit. Le thermomètre à hydrogène fait loi, comme représentation matérielle la plus

L'état d'un corps en fonction de la température sera donné par une certaine fonction :

$$(1) \quad E_T = f(T) = f(0) + \frac{f'(0)}{f'(0)} T + \dots \\ = E_0 [1 + \alpha T + \beta T^2 + \dots].$$

Si nous déterminons l'état du corps à deux points fixes 0° et 100° par exemple, l'état à toute température nous servira à établir une échelle arbitraire t définie par la relation linéaire en $f(T)$.

$$(2) \quad t = 100 \frac{f(T) - f(0)}{f'(100) - f'(0)}.$$

Les degrés seront donnés alors par des fractions égales de la variation considérée. En développant, on réduit aisément cette équation à la forme

$$(3) \quad t = T + (100 - T)(A + BT + CT^2 + \dots).$$

La température t apparaît alors comme étant égale à T avec un terme additionnel, dont la grandeur dépend des coefficients $A, B, C, \dots$. Lorsque la fonction $f(T)$ est linéaire, $A, B, C, \dots$ sont nuls, et les échelles T et t coïncident.

On propose encore de temps en temps d'adopter, pour la définition des températures, une variation thermique déterminée, que l'on puisse aisément mesurer dans de très larges limites. Mais il ne faut pas oublier que l'emploi d'une pareille échelle ne permettrait aucune conclusion théorique relative aux coefficients thermiques des corps.

¹ Lippmann, *Journal de Physique*, 2^e s., t. III, p. 53.

² La Solution du problème des températures (Gauthier-Villars).

³ Pour éviter toute ambiguïté, nous désignons par le mot *échelle* une fonction linéaire d'un phénomène thermique. La désignation de *système* est réservée à l'ensemble des notions qui définissent les points fondamentaux et la division de leur intervalle.

Soit T une température dans l'échelle thermodynamique.

simple et la plus exacte possible de l'échelle thermodynamique, dans les limites des températures auxquelles la condition d'identité est suffisamment remplie. Mais que se passe-t-il lorsqu'on abaisse la température? Le regretté Wroblewski, dans un travail magistral, dont les résultats n'ont été publiés qu'après sa mort, a montré que, à des températures très basses, l'hydrogène suit une loi de compressibilité analogue à celle à laquelle obéissent les autres gaz. Le produit p_v diminue d'abord lorsque l'on augmente la pression, puis augmente ensuite, ainsi que le veut la loi de Van der Waals¹, première approximation après celle de Mariotte.

Cette constatation ne suffit pas pour prévoir les erreurs de l'échelle thermométrique donnée par la dilatation de l'hydrogène, et, en attendant que des expériences très délicates sur la détente des gaz aient pu être faites, on a eu recours à une méthode empirique pour déterminer le point où l'échelle de l'hydrogène s'écarte franchement de sa marche régulière. Ce procédé est très intéressant et nous allons tâcher d'en donner une idée.

L'hydrogène présente des irrégularités dans sa dilatation lorsqu'il s'approche de son changement d'état; il en est de même de toutes les propriétés des corps dans les mêmes circonstances. A des températures très basses, tous les corps se solidifient; par conséquent, il n'y a plus aucun changement d'état, entre les températures ordinaires et le zéro absolu, pour tous les corps qui, aux premières, sont déjà solides. Leurs propriétés se modifient régulièrement sans éprouver aucun saut brusque. Si, par conséquent, on a déterminé par l'expérience les coefficients de l'équation (1) [en note ci-dessus] pour un intervalle de température considérable, on pourra en revanche employer cette équation pour calculer l'état du corps à une température plus basse pas trop éloignée de la limite inférieure de la graduation; on en déduira les écarts entre l'échelle normale et l'échelle thermométrique fournie par la variation considérée. Nous n'insisterons pas sur les conditions pratiques de cette extrapolation que nous avons traitée ailleurs en détail²; disons seulement que, pour être faite avec quelque probabilité, elle doit être appliquée à une équation dans laquelle le terme correctif de l'équation (3) est très petit.

Des recherches dans ce sens ont été faites par Wroblewski, jusqu'à -216° , et par MM. Cailliet et Collardeau jusqu'à -102° . Les derniers ont démontré que le thermomètre à hydrogène est

exact à -100° : d'après l'opinion du premier, il deviendrait suspect à -193° ; mais une discussion serrée de ses expériences montre que, bien plutôt, son phénomène de contrôle (pouvoir thermo-électrique du couple maillechort-cuivre) doit être suspecté, et que, d'après d'autres variations qu'il a étudiées (résistance électrique du cuivre), le thermomètre à hydrogène donnerait encore des indications sensiblement exactes à -210° . A cette température, l'oxygène et l'azote sont déjà liquides sous une pression de quelques centimètres de mercure. On peut donc dire que l'hydrogène seul fournit, par sa dilatation, une échelle normale des températures dans tout l'intervalle étudié jusqu'ici.

III

Mais il est temps d'aborder la construction d'un thermomètre à gaz. Cet instrument peut revêtir et revêt en effet des formes multiples suivant l'usage auquel on le destine. Pour des températures élevées, le réservoir doit avant tout être réfractaire; pour des températures très basses, il est nécessaire de donner au réservoir un volume relativement faible, car on n'a pas pu, jusqu'ici établir, ces températures dans un espace un peu étendu. La description de tous ces instruments, ou seulement leur nomenclature nous entraînerait trop loin. Nous nous en tiendrons (que l'on nous pardonne cette préférence) au thermomètre de précision.

Un thermomètre à gaz se compose d'un réservoir rigide, relié à un manomètre par l'intermédiaire d'un tube fin et d'une chambre formant ensemble ce que l'on nomme très justement *l'espace nuisible*. La température est définie par la variation de tension du gaz; c'est cette variation qu'il s'agit de mesurer avec toute l'exactitude possible. On suppose implicitement que l'enveloppe est absolument invariable, et que tout le gaz contenu dans l'appareil est soumis à la température à mesurer. Ces conditions ne sont jamais remplies; mais mieux elles le sont, plus petites sont les corrections qui y ramènent. Il faut donc opérer avec un espace nuisible très petit relativement au réservoir. Celui-ci doit être peu déformable par la pression ou la température. Le manomètre doit être construit de façon à enfermer toujours le gaz dans un même espace, afin que l'on n'ait à considérer que les variations de la tension du gaz et non celles de son volume.

Voici comment notre collègue, M. P. Chappuis, a résolu ces divers problèmes dans les longues recherches qu'il a faites au Bureau international des poids et mesures.

Le réservoir du thermomètre à gaz est formé d'un tube de platine iridié de 1^m 12 de longueur

¹ Voir dans cette *Revue*, l'article de M. Ph.-A. Guye, tome I 1890, n° 12, p. 365 et suiv.

² *Archives de Genève*, octobre 1888 et *Traité de thermométrie* (Gauthier-Villars).

et de 1 litre environ de capacité¹. Il est relié (fig. 1, détail fig. 2) à la branche fermée du manomètre *mm* par un tube fin de platine *c* traversant la pièce *P*. Dans la branche ouverte de celui-ci, plonge le tube d'un baromètre *B*, commandé par

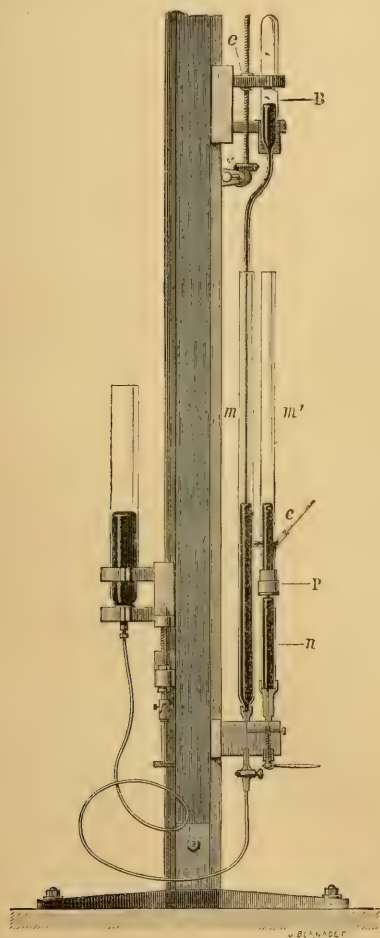


Fig. 1. — Baromètre et manomètre du thermomètre à gaz (ensemble).

la vis *e*. La pression totale agissant sur le gaz est donnée directement par la différence des lectures dans les tubes du baromètre et du manomètre situés dans la même verticale. Les ménisques de mercure qui sont très larges ne sont pas directe-

ment visibles dans une lunette. On détermine leur position par la réflexion d'une petite pointe sombre auprès de laquelle on ramène la surface inférieure à l'aide du réservoir auxiliaire (fig. 1 à gauche), ou en déplaçant verticalement le tube du baromètre. Dans l'appareil de M. Chappuis, la pointe soudée sous la pièce *P* n'a que 0^{mm}, 7 de longueur; l'espace nuisible total est égal à $\frac{1}{1000}$ environ du réservoir. Le tube *m'* communiquant avec *m* permet d'employer l'appareil comme baromètre. Cet instrument, manœuvré avec habileté, donne une exactitude de quelques millièmes de degré.

Le thermomètre à gaz de précision n'est pas employé directement dans les mesures; on ne s'en



Fig. 2. — Détail de la pièce *P* de la figure précédente.

sert que pour graduer d'autres appareils dans des expériences préliminaires. En revanche, on l'emploie fréquemment comme *pyromètre* dans des recherches nécessairement assez grossières.

IV

Thermomètre à mercure. — Aucun instrument de physique n'est aussi répandu que le thermomètre à mercure; il n'est presque pas une expérience dans laquelle il n'intervienne comme instrument essentiel ou accessoire d'une mesure. La cause en est dans la simplicité de son maniement et l'exactitude des indications qu'il fournit. Il faut distinguer, dans l'histoire du thermomètre à mercure, trois phases bien distinctes.

1^o Période dans laquelle on ne demandait à cet instrument que des indications approximatives, et où le thermomètre suffisait pleinement à son but.

2^o Période transitoire où, la métrologie devenant plus exigeante, le thermomètre était trop peu exact; la connaissance de ses causes d'erreurs n'était

¹ Ce tube qui est une pièce unique appartient à l'Institut de France.

point encore assez avancée pour que l'on pût appliquer des corrections certaines à ses lectures. Le thermomètre à mercure était très discrédité et l'on n'était pas éloigné de renoncer à son emploi dans les recherches de précision.

3° Enfin, par une étude approfondie, on a débrouillé les causes d'erreurs auxquelles le thermomètre est soumis; toutes ses lectures peuvent être corrigées très exactement, et il occupe désormais un rang élevé parmi les instruments délicats. Le thermomètre à mercure est entièrement réhabilité.

D'après sa définition, le thermomètre à mercure (à tige) est un instrument donnant la température en fonction de la dilatation du mercure dans le verre, mesurée en centièmes du volume compris dans le tube capillaire entre les points 0° et 100° . Conformément à ces définitions, les fractions du volume $[0-100]$ doivent pouvoir être estimées à l'aide de la division gravée sur la tige, et le réservoir du thermomètre ne doit subir aucune déformation étrangère à la dilatation thermique. On ramène les lectures à ces suppositions en leur appliquant des corrections appropriées. L'une est déterminée par une opération longue et minutieuse, terreur des commençants, et que l'on nomme le *calibrage*. La seconde se calcule à l'aide du *coefficient de pression* du réservoir; ce coefficient exprime la variation de l'indication du thermomètre correspondant à une variation de pression de 1^{mm} de mercure sur le réservoir.

Le phénomène qui, pendant longtemps, a fait désespérer de pouvoir jamais tirer une indication exacte du thermomètre à mercure, est la variabilité de ses éléments. Un même thermomètre, exposé à diverses époques à une même température ne donne pas la même indication.

En y regardant de plus près, on a reconnu cependant que, lorsque le thermomètre n'est pas soumis à un traitement trop brutal, les variations que l'on observe sont les mêmes en tout point de l'échelle; si donc on peut fixer à un instant quelconque un point de repère sur cette échelle, tous les autres seront déterminés. Or, la température très constante de la glace fondante nous fournit un de ces points. C'est à lui que l'on se rapporte en général (dans certains cas exceptionnels, il est cependant avantageux d'avoir recours à d'autres points fixes, ébullition de l'eau, de la naphthaline, etc.), et toutes les variations de l'échelle se traduisent dans la pratique et dans le langage par des variations du zéro.

Nous signalerons quelques-unes des lois qui les régissent: Lorsqu'un thermomètre est exposé à une température constante, le zéro s'élève constamment en s'approchant d'une limite, sensible-

ment atteinte après quelques années. Si, à un moment donné, le thermomètre est porté à une température supérieure à t , le zéro s'abaisse très rapidement. Si l'on ramène le thermomètre à t , le zéro s'élève de nouveau, beaucoup plus lentement, et rejoint après quelque temps sa courbe régulière d'ascension. Les températures très élevées produisent d'abord un abaissement très rapide, puis, l'effet continuant, le zéro remonte sur une courbe plus inclinée qu'à une température basse; il se produit un recuit du verre, et, si l'on revient à la température primitive t , l'ascension du zéro, inverse de la dépression, ramène le zéro au-dessus de la courbe régulière d'ascension relative à t . Ce mouvement terminé, l'ascension régulière peut se produire encore, mais elle est entravée au moins en partie, souvent en totalité par le recuit. La position du zéro, à une époque donnée, est fonction de la température.

Les variations du zéro des thermomètres diffèrent beaucoup d'un verre à l'autre: très fortes pour le cristal à base de plomb et les verres contenant des quantités comparables de soude et de potasse, elles sont beaucoup moindres pour les verres durs ne contenant que l'un des alcalis. En ce moment les verres les plus appréciés pour le thermomètre sont le verre dur français, un verre industriel très robuste, et le verre normal d'Iéna, encore un peu moins variable, mais qui est resté jusqu'ici un verre de laboratoire assez coûteux.

Citons quelques chiffres. Si l'on maintient un thermomètre en verre dur à la température ordinaire, le zéro remonte de $0,03$ degré environ en trois ou quatre années, puis il s'arrête sensiblement. Chauffé indéfiniment à 200° , il s'élève de $0,4$ degré; à 360° , il remonte de 3 degrés. Pour les thermomètres en cristal, l'ascension à 360° dépasse souvent 20 degrés.

Lorsqu'on porte un thermomètre en verre dur de 0° à 100° , le zéro se déprime complètement en 2 minutes. Dans un thermomètre en cristal, on peut suivre ce mouvement pendant plus d'une heure.

La relation entre la position du zéro et la température peut être représentée par une fonction du second degré $f(t)$, dont le second terme diminue lorsqu'on passe des verres mous aux verres durs. Pour le verre dur français, et le verre d'Iéna, la relation est sensiblement linéaire. La dépression totale de 0° à 100° est un peu inférieure à $0,1$ degré pour le premier, et égale à $0,07$ degré environ pour le second.

Ces variations sont assurément gênantes, mais on s'en garantit complètement en comptant toujours les températures à partir d'un zéro variable, que l'on détermine en principe après chaque expérience. La

figure 3 représente l'appareil employé dans ce but. La glace très propre finement rapée est placée dans la cloche, ou elle est lavée à l'eau distillée. Après avoir laissé écouler l'excédent d'eau, et comprimé la glace avec un morceau de bois, on y perce un trou dans lequel on introduit le thermomètre. La glace doit rester trempée d'eau.

V

Supposons que nous ayons complètement étudié deux thermomètres étalons du même verre. Nous avons déterminé leurs corrections de calibre, leur coefficient de pression, la valeur de l'intervalle [0-100]. Nous les plaçons dans un bain, côte à



Fig. 3. — Appareil pour la détermination du point zéro des thermomètres.

côte, et après avoir relevé leurs indications, nous déterminons la position de leur zéro. Nous appliquons alors aux lectures les corrections déterminées individuellement sur chacun des thermomètres. Quelle sera la concordance des lectures ainsi corrigées ?

On conçoit qu'il y a là une question vitale pour la thermométrie. Si les lectures sont identiques, nous pourrions établir, avec les thermomètres à mercure étudiés individuellement une échelle déterminée, la réduction à l'échelle normale pourra être

faite pour tous les thermomètres dès que l'on aura donné les corrections pour un d'entre eux. Dans l'autre cas, il faudra pour chaque instrument faire une graduation par comparaison, opération très laborieuse, et impraticable avec toute installation qui n'est pas de premier ordre.

L'ancienne Thermométrie était très peu rassurante à ce sujet; mais les recherches de ces dernières années ont conduit à des résultats des plus encourageants. Un grand nombre de thermomètres à mercure furent étudiés individuellement et comparés entre eux. Les indications réduites des thermomètres du même verre se sont trouvées identiques dans les limites des erreurs d'observation, c'est-à-dire à 3 ou 4 millièmes de degrés près. La différence probable en un point quelconque d'un thermomètre, et la moyenne d'un nombre infini de thermomètres du même verre s'est trouvée, dans un grand nombre d'observations, de l'ordre de 0,001 degré.

Les indications des thermomètres de verres différents ne sont pas semblables, mais elles s'écartent d'une manière systématique, et les divergences peuvent être résumées dans une équation [telle que 3), note p. 75], dans laquelle il suffit d'introduire un, deux, ou au maximum trois paramètres pour représenter très exactement toutes les observations. Le diagramme (fig. 4) montre les divergences entre

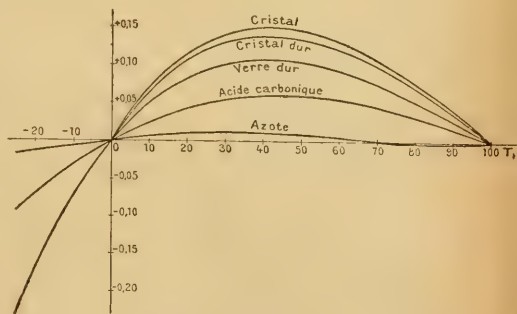


Fig. 4. — Excess de diverses échelles thermométriques sur l'échelle normale.

diverses échelles thermométriques et l'échelle normale prise comme axe des abscisses.

Le verre d'Iéna suit de très près le verre dur.

VI

Procédés divers. — Le thermomètre à mercure est l'instrument idéal dans tout le domaine qui lui convient. Mais, d'une part, ses indications sont nécessairement limitées à la température de congélation du mercure (-39° environ), et à sa température d'ébullition, sous les pressions que l'on

peut tolérer dans les thermomètres; à notre connaissance, on n'a pas encore dépassé utilement 480° avec cet instrument. Enfin la sensibilité du thermomètre à mercure est limitée par les forces capillaires exercées sur le ménisque. Nous ne croyons pas que l'on puisse jamais appliquer cet instrument à la mesure de variations de la température comprises dans les limites du millième de degré.

Le nombre des procédés de mesure proposés pour remplacer le thermomètre à mercure est légion. Comme nous l'avons dit en commençant, on a utilisé les phénomènes thermo-électriques, les résistances électriques, la dilatation des liquides, tels que l'alcool pour les basses températures, l'analyse spectrale des corps incandescents, puis aussi l'écoulement des gaz par des tubes capillaires, la chaleur emmagasinée par un corps et rendue à un calorimètre, l'échauffement d'un courant d'eau, et beaucoup d'autres; enfin, comme nous l'avons dit, le thermomètre à gaz est employé quelquefois directement aux mesures.

La mesure des températures élevées offre des difficultés particulières à cause des déformations et des modifications moléculaires qu'éprouvent les corps bien avant leur fusion. C'est à la cristallisation des fils de platine, accompagnée de changements permanents et bientôt suivie de rupture que l'on doit de ne guère pouvoir dépasser, dans la pratique courante, la température de 1200°, dans la mesure par les procédés électriques. En revanche, la méthode calorimétrique fournit de très bons résultats à des températures encore plus élevées. C'est en mesurant la chaleur rendue à un calorimètre par un morceau de métal pris au moment de sa solidification que M. Violle est parvenu à déterminer avec une grande exactitude la température de fusion du platine (1773°), de l'iridium (1950°), et de plusieurs autres métaux réfractaires. Mais cette méthode demande toute une expérimentation, et exige une grande habileté.

Pour les températures inférieures à 1200°, le couple thermométrique Le Chatelier (platine-platine rhodié) en connexion avec un galvanomètre d'Arsonval paraît rendre de très bons services¹.

La mesure de très petits intervalles de température a été essayée par divers procédés, en particulier par les résistances électriques, et les couples thermo-électriques. En ce moment, les premières sont en honneur. Il semble en effet qu'elles s'adaptent mieux que les autres à ces mesures; mais ce

qui, surtout, leur constitue actuellement une supériorité marquée, c'est l'étude très approfondie qu'en a faite le professeur Langley. Le *bolomètre*, appareil de mesure basé sur la variation de résistance produite dans un fil de métal par la température, est un instrument d'une merveilleuse sensibilité, grâce auquel il a été possible d'aborder des études jugées impraticables il y a quelques années, telles par exemple que celles du spectre de la lune, ou des radiations émises par des corps terrestres à des températures basses.

VII

Le désir de donner une idée un peu complète des tendances modernes de la Thermométrie et des conditions expérimentales qui lui sont imposées par les lois mêmes auxquelles obéit la matière, nous ont obligé à noyer les grandes lignes du sujet dans une foule de détails d'où il convient de les dégager; nous allons les résumer en quelques mots.

La thermodynamique donne le moyen de définir une échelle thermométrique indépendante de tout corps réel ou fictif. La dilatation de l'hydrogène nous donne une représentation matérielle très exacte de cette échelle, jusqu'aux températures les plus basses que l'on ait encore établies; ce phénomène fournit l'*échelle thermométrique normale*.

Le thermomètre à mercure est un instrument délicat et précis, susceptible de donner, entre — 39° et + 100° et plus, une exactitude réelle de quelques millièmes de degré. Tous les thermomètres du même verre étudiés *individuellement* coïncident entre eux dans leurs indications corrigées. Une table de correction, la même pour tous, ramène leurs indications à l'échelle normale.

Pour la mesure des températures élevées, ou basses, une foule de procédés peuvent être substitués à l'emploi du thermomètre à mercure. Les plus généralement applicables sont les procédés électriques. Ces derniers sont les seuls qui permettent de mesurer avec une certaine précision relative des variations de la température inférieures au millième de degré.

Depuis dix ans la thermométrie s'est entièrement transformée; un grand domaine est bien fixé, et conquis pour longtemps. Les regards se tournent vers de nouvelles questions dont l'étude est en bonne voie. Les tendances sont nettement caractérisées; mais telles ont été dans le passé les surprises en bien ou en mal, qu'il serait téméraire de dire ce qui restera de tout ce grand travail.

Ch.-Ed. Guillaume,
Docteur ès sciences.

¹ L'appareil complet est construit par M. Carpentier à Paris.

LES EXPÉRIENCES DE M. BEYERINCK

SUR LES BACTÉRIES LUMINEUSES ET LEUR NUTRITION ¹

Quand on étudie les conditions de la nutrition des microorganismes, on introduit habituellement les substances à étudier dans le liquide ou la gélatine employés pour la culture, et l'on apprécie ensuite leur action soit par la pesée ou le dénombrement des cellules nouvellement formées, soit par l'estimation de l'étendue des colonies ou des lignes d'inoculation. Cette méthode est longue, difficile et entourée de causes d'erreurs. M. Beyerinck, directeur du laboratoire bactériologique de Delft, a imaginé une méthode nouvelle, l'*Auxanographie*, qui permet d'éviter quelques-unes des influences perturbatrices. Elle est fondée sur les deux observations suivantes : 1° la gélatine et la gélose (agar-agar purifiée) ne sont pas des matières nutritives pour la plupart des microbes ; 2° dans les couches coagulées, solides, de gélatine ou de gélose, l'hydrodiffusion des matières dissoutes se fait à peu près de la même manière que dans l'eau.

I

Les matières qui doivent être ajoutées au milieu de culture pour permettre le développement des microorganismes sont : des substances minérales, des composés azotés assimilables et des aliments carbonés. Si, sur une couche de gélatine pure, uniformémentensemencée, on dépose une goutte d'une solution de ces trois ordres de substances, chacune d'elles diffuse peu à peu dans la gélatine ; c'est seulement là où les trois aires de diffusion se rencontrent, que les germes trouvent un milieu nutritif complet et qu'ils se développent ; l'aire opaque nettement circonscrite sur laquelle s'est développée la colonie est un *auxanogramme*.

Si la plaque de cultureensemencée contient déjà deux des substances nécessaires (minérale et azotée par exemple) et si l'on dépose à sa surface une goutte de la troisième substance (carbonée par exemple), une colonie se développe dans l'aire de diffusion de celle-ci. Si cette troisième substance est en solution trop concentrée, la colonie se développe suivant un anneau ; si la matière essayée n'est pas assimilable, son champ de diffusion reste parfaitement clair. En combinant les dispositifs d'expérience, on peut donc varier à l'infini l'étude des milieux nutritifs et aussi des antiseptiques.

(1) Nous utilisons pour cet article des documents inédits fournis par l'auteur et ses Mémoires des *Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles*, tome XXIII.

M. Beyerinck a appliqué sa méthode de l'*auxanographie* à l'étude des Bactéries photogènes, qu'il a réunies dans le genre *Photobacterium*. On en connaît six espèces, dont trois sont dues à M. Beyerinck ; ce sont : le *Ph. phosphorescens* qui rend le poisson phosphorescent, le *Ph. Indicum* de la mer des Indes, le *Ph. luminosum* des côtes de Hollande et les *Ph. Balticum*, *Fischeri* et *Pflügeri* de la mer Baltique ; elles se distinguent l'une de l'autre par la forme, leurs propriétés liquéfiantes de la gélatine, ou l'assimilation différente de diverses substances, mais toutes exigent que l'aliment contienne au moins 3% de sel marin ou des proportions isotoniques d'autres sels minéraux, et que le milieu de culture soit neutre ou faiblement alcalin, car une trace d'acide suffit à éteindre la lumière ; elles se cultivent facilement sur de la gélatine ou de la gélose préparées dans une décoction de poisson dans l'eau de mer.

II

Par l'*auxanographie* on peut facilement reconnaître quelles sont les substances plastiques, permettant le développement des cultures, et les substances photogéniques, provoquant la phosphorescence. Ainsi, comme élément azoté, la peptone suffit aux *Ph. luminosum* et *Ph. indicum* pour se multiplier et produire de la lumière. Au contraire des peptones seules ou des amides ne suffisent pas à la nourriture des *Ph. phosphorescens*, *Ph. Fischeri* et *Ph. Balticum* ; mais les colonies s'accroissent et deviennent lumineuses avec un mélange de ces deux sortes de substances. Les substances carbonées peuvent être des solutions de glucose, de lévulose, de maltose, de galactose, de lactate de calcium et surtout de glycérine, qui est la matière photogénique par excellence. Cependant 1 % de glucose ou des proportions un peu plus fortes de lévulose ou de maltose, arrêtent la liquéfaction de la gélatine et éteignent la lumière en même temps que la bactérie prend une forme irrégulière et variable. M. Beyerinck attribue cette perte de lumière à la production d'une petite quantité d'acide formée aux dépens du glucose. L'amidon soluble, le saccharose, le lactose, ne peuvent servir à la nutrition. D'une manière générale, en même temps qu'elles produisent de la lumière, ces bactéries absorbent une certaine quantité de peptone, même si elles ne se multiplient pas ; la production de lumière est une cause de consommation de matière nutritive.

La proportion dans laquelle on laisse la peptone d'une part et la gélatine d'autre part diffuser dans la gélatine n'est pas indifférente ; autrement dit, il faut observer un certain rapport entre les quantités d'aliment albuminoïde et d'aliment carboné ; une nourriture photogénique trop abondante éteint la lumière. Si par exemple on laisse tomber une goutte de glycérine sur une culture lumineuse de *Ph. phosphorescens* renfermant $\frac{1}{4}\%$ de peptone, le champ de diffusion de cette goutte s'éteint, forme un auxanogramme obscur ; mais après quelque temps, la glycérine en excès est absorbée par les bactéries, et au moment où la proportion relative de peptone et de glycérine redevient favorable la lumière réapparaît, et le champ de diffusion de la glycérine est plus lumineux que les parties voisines. Inversement, une culture peut renfermer trop de peptone pour que la bactérie soit lumineuse et une goutte de glycérine suffit alors pour faire apparaître un auxanogramme lumineux. Il existe donc des proportions d'aliment qui permettent l'accroissement, d'autres qui provoquent l'émission de lumière.

Quant aux aliments minéraux, nous avons dit que le terrain de culture doit être neutre ou alcalin ; de la gélatine au bouillon de viande peptonisé reste stérile et obscure ; mais si l'on ajoute 3 à 3 $\frac{1}{2}\%$ de sel marin, de chlorure de potassium ou de magnésium, les colonies se développent et la lumière peut prendre la même intensité que sur les décoctions de poisson. D'après des expériences faites sur le *Ph. phosphorescens*, M. Beyerinck croit pouvoir affirmer que tout dépend ici de la grandeur des tensions osmotiques ; il a trouvé en effet que, pour cette espèce, des dissolutions de sels inorganiques très différents peuvent entretenir le dégagement de lumière et même la croissance, à la seule condition d'être isosmotiques à une solution de chlorure de sodium à 3 $\frac{1}{10}\%$.

III

Des résultats qu'il a obtenus, M. Beyerinck tire la conclusion que la fonction photogénique des bactéries lumineuses est intimement liée à la matière vivante, de la même manière que les fonctions de fermentation, de réduction, de contractilité, etc. La lumière qu'elles émettent n'a pas de signification biologique : elle n'est pas nécessaire à la vie

de ces bactéries ; elle est la conséquence accidentelle de processus chimiques internes.

D'ailleurs toutes ces bactéries ne se comportent pas de la même manière sous le rapport de l'émission de lumière. Ainsi les *Ph. Pflügeri*, et *Ph. phosphorescens* ne liquéfient point la gélatine ; mais, tandis que le premier reste obscur avec le maltose et ne l'assimile point, le maltose est au contraire pour le second une nourriture à la fois plastique et photogénique. M. Beyerinck a tiré de cette observation une élégante méthode de diagnose de l'action des diastases : on prépare deux séries de culture sur de la gélatine renfermant de l'amidon avec les deux bactéries précédentes, et l'on ajoute la diastase à essayer ; si les cultures restent obscures, c'est qu'il se forme du glucose ; si les cultures de *Ph. Pflügeri* restent obscures, tandis que celles du *Ph. phosphorescens* donnent un auxanogramme lumineux, c'est que du maltose s'est produit. On peut imaginer des recherches du même genre avec les *Ph. Balticum* et *Ph. Fischeri* qui se distinguent l'un de l'autre par l'assimilation du saccharose.

Enfin tout récemment M. Beyerinck a fait de l'étude de ces bactéries lumineuses une application purement technique à propos d'une discussion sur les qualités désinfectantes du filtre Chamberland. Il fit passer dans un filtre une culture de diverses espèces de Photobactéries ; toute infection provenant du dehors était impossible, car elles ne se trouvent jamais dans l'atmosphère. Placée ensuite à l'obscurité, la bougie Chamberland était complètement obscure sauf en deux points de très petite étendue, rendus lumineux par l'accumulation des bactéries de plus petite taille qui avaient d'ailleurs passé dans le liquide filtré. Une minutieuse inspection montra qu'une fissure microscopique existait en ces deux points¹. Ces bactéries peuvent donc être employées à reconnaître les qualités d'un filtre.

Grâce aux intéressantes recherches de M. Beyerinck, la méthode auxanographique et aussi l'emploi des bactéries lumineuses peuvent donc rendre de nombreux services en microbiologie.

J. van Bréda de Haan.

Naturaliste au laboratoire de botanique de Leyde.

¹ Il s'agit ici, comme on le voit, d'une bougie brisée. Celles qui sont intactes sont absolument imperméables aux microbes. (Note de la Direction.)

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Puiseux (P.) — *Leçons de Cinématique. — Mécanismes, Hydrostatique, Hydrodynamique. Un vol. in-4° de 310 pages (9 fr.). — Georges Carré, éditeur, 58, rue Saint-André-des-Arts, Paris, 1890.*

Les leçons que M. P. Puiseux, maître de Conférences à la Faculté des Sciences, professe à la Sorbonne, ont été recueillies et rédigées par deux de ses élèves, comme cela a été déjà fait pour plusieurs autres professeurs; c'est là une excellente idée que nous voudrions voir s'étendre à tous les cours de notre enseignement supérieur et qui doterait certainement notre littérature scientifique de remarquables ouvrages.

Le livre de M. Puiseux n'est pas un livre de recherches, mais bien, comme il le dit lui-même dans sa préface, un livre d'enseignement. A ce titre il est intéressant; sur chaque point il met bien en relief l'idée importante, présente nettement les théories et a de réelles qualités de clarté. Il sera fort utile aux candidats à la licence, et nous ne saurions trop le leur recommander.

J. POULET.

Leconte, Professeur à Gand. — *Etude expérimentale sur un mouvement curieux des ovoïdes et des ellipsoïdes. (0 fr. 50). Hoste, éditeur à Gand, rue des Champs, et Gauthier-Villars et fils, 55, quai des Grands-Augustins, Paris, 1890.*

Ce petit opuscule donne, sous une forme humoristique, le récit d'expériences faites sur le mouvement de rotation des ovoïdes; le point de départ de ces expériences réside dans le fait suivant : lorsqu'on communique à un ovoïde un mouvement rotatoire rapide, le grand axe étant horizontal, il arrive qu'au bout de quelques instants, l'ovoïde se dresse brusquement pour tourner autour de son axe de symétrie devenu vertical; puis, dans une troisième période, l'axe décrit un cône qui s'élargit jusqu'à ce que la vitesse soit devenue nulle.

L'auteur a étudié l'influence qu'avait sur le phénomène l'état physique de la masse intérieure à l'ovoïde, ainsi que la différence des densités aux deux bouts de cet ovoïde. Son petit travail, sans prétention, s'adresse plutôt aux gens du monde qu'aux physiciens.

L. O.

Witz (M. A.), Docteur es sciences. — *Moteur à gaz Simplex, système E. Delamare-Deboutteville et Malandrin. Procès verbal d'expériences et parallèle entre les moteurs à gaz et les machines à vapeur de même puissance (6 fr.). Bernard et Co, 71, rue de la Condamine, Paris, 1890.*

Le moteur étudié par M. Witz est le plus puissant moteur à gaz monocylindrique qui ait été construit : sa puissance nominale est de 100 chevaux indiqués; le cylindre a un diamètre de 573 millimètres, la course est de 950 millimètres et le nombre de tours est 100.

Jusque dans ces dernières années les machines à gaz détonnant ont rendu de grands services dans les ateliers qui n'exigent que l'emploi de machines de faible puissance; mais elles n'étaient pas en usage pour les fortes puissances, malgré les tentatives des inventeurs. La machine à gaz est plus commode que la machine à vapeur pour les petites industries, parce qu'elle n'exige ni foyer, ni chaudière, ni chauffeur, ni approvisionnement de combustible et par conséquent ne demande que peu de place. De plus, elle ne consomme rien dans l'inaction. Mais la machine à gaz demandait une

grande quantité d'eau, et étant sujette à une grande usure exigeait un graissage très fréquent, très abondant et par conséquent très coûteux; enfin la consommation de gaz était considérable. Toutes ces imperfections ont été successivement atténuées au point qu'il a été permis d'aborder les grandes puissances.

L'étude faite par M. Witz sur le moteur E. Delamare-Deboutteville semble prouver que ce moteur, alimenté au gaz Dawson, peut rivaliser avec les machines à vapeur les mieux construites et les plus économiques. Elle débute par un procès verbal d'expériences faites sur cette machine et se termine par un parallèle entre les machines à gaz et les machines à vapeur. Ce parallèle est établi d'une manière complète : au point de vue du rendement, du prix de revient et de l'unité de travail.

Il faut encore craindre de juger avec précipitation les moteurs à gaz, tout en reconnaissant les grands progrès qu'ils ont faits et en espérant qu'ils en peuvent faire de plus grands. M. Witz, en raison des expériences qu'il vient de faire, est tout à fait affirmatif et la conclusion de la comparaison qu'il poursuit entre les machines à vapeur et les machines à gaz est celle-ci : « Le moteur à gaz réalise donc une économie quotidienne considérable; il coûte un peu moins cher, occupe un peu moins de place, consomme moins d'eau et marche aussi bien. »

AL. GOUTILLY.

Poulain (A.). — *L'Unification des heures et les fuseaux horaires. — Angers, 1890.*

Après un historique de la manière de compter le temps depuis l'antiquité jusqu'à nos jours, l'auteur examine plus particulièrement le système des fuseaux horaires qui consiste, comme on sait, à tracer sur le globe vingt-quatre méridiens équidistants entre eux de 15° : on délimite ainsi vingt-quatre fuseaux égaux dont le premier est à cheval sur le méridien choisi comme origine. Quand il est midi dans ce fuseau, il est une heure dans le fuseau contigu à l'Est, deux heures dans le suivant, etc. Toutes les horloges indiquent donc la même minute, le chiffre seul des heures varie. Pour distinguer les fuseaux entre eux, on les numérote ou on les désigne par des lettres. Ce système, appliqué en Amérique avec l'origine de Greenwich a eu principalement en vue la concordance des heures de chemins de fer : M. A. Poulain lui attribue, en outre, de grands avantages mécaniques au point de vue de l'enseignement de la géographie. Il pense aussi que ce système résoudra de la façon la plus pratique le problème de l'heure universelle pour les télégraphes et la physique terrestre. Il admet d'ailleurs fort sagement, ce qui semble bien acquis aujourd'hui, que l'astronomie, la navigation et la topographie sont en dehors de cette question d'unification. Enfin, tout en rejetant l'heure unique préconisée par l'Académie de Bologne, qui implique la conservation simultanée de l'heure locale pour la vie civile, il emprunte à ce corps savant le méridien de Jérusalem sur lequel il propose de baser le système des fuseaux.

On sait que cette question doit être soumise prochainement à une conférence qui se réunira à Rome. Sans vouloir préjuger du succès que peut avoir cette tentative, nous rappellerons que c'est précisément à Rome, en 1883, que la conférence géodésique internationale recommandait le méridien et l'heure de Greenwich. Il est vrai que ce vote, aussi bien que celui de Washington en 1884 et celui de cette année à Fribourg, n'a pas clos le débat.

On presse la France de prendre position, la menaçant d'un véritable isolement si elle n'adopte pas l'heure universelle de Greenwich ou de Jérusalem. La question ne paraît pas assez importante pour que nous ne puissions affronter les chances d'un pareil isolement, à supposer qu'il se produise. Avec le système américain, nous aurions l'heure du Havre ou de Tarbes; avec les fuseaux dépendant de Jérusalem, celle de Marseille et de Carpentras; l'heure nationale maintenant adoptée se règle sur le méridien de Paris, qui occupe à peu près le milieu entre les précédents. On peut s'y tenir sans inconvénient.

E. C.

2° Sciences physiques.

Anney (J. P.), Ingénieur électricien. — Manuel pratique de l'installation de la lumière électrique. Un vol. in-8° de 344 pages avec 135 fig. dans le texte (5 fr.). B. Tignol, éditeur, 53 bis, quai des Grands-Augustins, Paris, 1890.

Le volume de M. Anney sur l'installation de la lumière électrique porte le n° 37 de la Bibliothèque des *Actualités industrielles*; près de la moitié des ouvrages qui l'ont précédé dans cette bibliothèque se rapportent à l'électricité; le transport de la force, les accumulateurs, les dynamos, l'électrolyse, la télégraphie, la téléphonie... etc., ont été successivement étudiés.

La question si importante aujourd'hui de l'installation de la lumière électrique tiendra deux volumes; celui qui vient de paraître est relatif aux installations privées; le second traitera des stations centrales.

L'ouvrage est sans prétentions théoriques; il vise uniquement à être un bon livre pratique et y réussit. Tous les renseignements que peuvent désirer l'ingénieur, le contre-maître et même l'ouvrier, y sont donnés. Nous sommes convaincu qu'il sera utile aux électriciens et leur fournira de précieuses indications sur le calcul de leurs projets, l'exécution de leurs travaux, l'entretien ou les réparations de leurs machines.

J. POULET.

Gouré de Villemontée. — Recherches sur la différence de potentiel au contact d'un métal et d'un liquide. *Journal de physique*, t. IX, p. 65, Paris, 1890.

Le mémoire de M. Gouré de Villemontée est le résumé d'une thèse soutenue devant la Faculté des Sciences de Paris. De nombreux expérimentateurs, après Volta, ont établi qu'il se produit une différence de potentiel électrique au contact de deux substances conductives; dans le cas où l'une des substances est un métal M et l'autre un liquide L, et la différence est très petite, et par suite plus difficile à mesurer, en outre il est malaisé d'obtenir un isolement considérable. Aussi les nombres précédemment obtenus présentent-ils des divergences considérables, l'auteur est parvenu à des résultats très nets et très concordants grâce à de nombreuses et ingénieuses précautions. Après plusieurs essais il s'est arrêté à un procédé de mesure simple en théorie : Une lame du métal en expérience M est reliée à un plateau P formé du même métal, ce plateau constitue l'une des armatures d'un condensateur dont l'autre armature est au sol; la lame métallique plonge dans le liquide L, qu'on laisse s'écouler par la pointe d'un entonnoir de verre au travers d'un tube en métal; ce tube est porté à un certain potentiel V qu'acquiert également le liquide par le jeu de l'écoulement; dès lors le plateau P devra se charger d'électricité à moins toutefois que la différence de potentiel existant normalement entre le métal M et le liquide L ne soit précisément égale et de signe contraire à V; de là le moyen d'évaluer cette différence en constatant simplement que le plateau reste à l'état neutre. En cherchant à mettre en pratique cette méthode, on rencontre des difficultés nombreuses

que M. Gouré de Villemontée a heureusement surmontées. Il est nécessaire d'opérer avec des corps parfaitement définis; les métaux sont obtenus par voie galvanoplastique; pourvu que les dépôts ne soient pas poreux, on a par ce moyen des échantillons toujours identiques au point de vue considéré; les liquides sont des dissolutions de sels purs dans de l'eau distillée provenant toujours de la même usine, les dissolutions ne sont jamais filtrées mais simplement décantées. Les résultats concordants auxquels l'auteur est arrivé permettent d'affirmer désormais que la valeur de la différence de potentiel au contact d'un métal et d'un liquide est un nombre parfaitement défini et mesurable. On peut faire sur ces nombres quelques remarques intéressantes, en particulier on constate que la valeur de cette différence de potentiel est en relation directe avec les équivalents chimiques.

LUCIEN POINCARÉ.

Langley (S. P.). — On the observation of sudden Phenomena (Sur l'observation des phénomènes soudains). *American Journal of Science*, 1890.

Fixer avec précision l'instant auquel a lieu un phénomène soudain qui nous est révélé par le sens de la vue, est un problème difficile. On peut admettre que l'image se peint instantanément sur la rétine, mais il faut un certain temps pour que l'impression se transmette au cerveau, et ce temps dépend de l'observateur. M. Langley fait remarquer que l'équation personnelle dépend, en outre, du genre de phénomène observé, et qu'il n'est point évident qu'elle sera la même pour un même observateur, si on considère l'apparition d'un astre caché derrière la lune, par exemple, et l'occultation de cet astre. Le problème se simplifie si l'on cherche à déterminer non plus *quand*, mais *où* se voit le phénomène, projeté en quelque sorte sur un champ de vision mobile.

Un exemple fera comprendre la pensée de l'auteur : si un accident arrive à un voyageur emporté par un train rapide et qu'on l'aperçoive d'une chambre où se trouvent deux fenêtres donnant sur la voie, on pourra toujours dire à travers quelle fenêtre on a vu l'accident et si la vitesse du train est uniforme entre deux points auxquels il passe à des instants connus, on pourra, par cette simple observation, resserrer l'intervalle de temps dans lequel l'accident a dû se produire.

Qu'il s'agisse maintenant de l'apparition d'une étoile cachée derrière la lune; regardons le point où elle doit apparaître à travers un diaphragme circulaire divisé en quatre quadrants et tournant en une seconde, un mécanisme d'horlogerie, indépendant de l'observateur, et muni au besoin d'un appareil enregistreur, est disposé de telle sorte que le point étudié entre dans le premier quadrant au commencement de chaque seconde; puis il le parcourt tous les quatre successivement. Il suffira, pour avoir l'instant de l'apparition à $\frac{1}{4}$ de seconde près, de savoir dans quelle seconde elle a eu lieu, et dans quel quadrant on a d'abord vu l'étoile. En divisant chaque quadrant en cinq secteurs, on a le $\frac{1}{20}$ de seconde.

Pour appliquer cette disposition à un télescope, on interposera sur le trajet des rayons lumineux un double prisme à réflexion totale, dont l'effet est de déplacer les rayons lumineux parallèles à l'axe, parallèlement à eux-mêmes et de les rejeter latéralement. Le prisme tourne autour de l'axe optique; il est mû par un mouvement d'horlogerie. L'image réelle de l'astre visé dans le plan focal principal, paraît ainsi décrire une circonférence sur un diaphragme fixe situé sur ce plan et divisé en secteurs.

La méthode dont M. Langley donne là le principe est susceptible d'une grande précision, et peut s'appliquer à des phénomènes soudains de nature quelconque.

Bernard BRUNNES.

Winkler (Clemens). — Réduction des combinaisons oxygénées par le magnésium. *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, pages 44, 120, 772. 1890.

Dans ce mémoire, qui sera suivi de plusieurs autres, l'auteur s'est proposé de compléter sur la série des combinaisons binaires oxygénées les résultats déjà connus relativement à l'action réductrice du magnésium à la température du rouge pour y rechercher une nouvelle preuve en faveur de la périodicité des éléments.

M. Clemens Winkler a adopté dans cette étude la division en familles telle qu'elle résulte de la classification de M. Mendeleeff et nous résumerons sous forme de tableaux les résultats obtenus pour chacun de ces groupes.

PREMIÈRE FAMILLE

Groupe principal	Groupe secondaire
Carbonates CO_3R^2	Oxydes R^2O
Lithium : 7.01. — Réaction explosive accompagnée de flamme. Le métal réduit disparaît sous forme de vapeurs.	Cuivre : 63.18. Détonation assez forte accompagnée de flamme et de projection partielle de la masse.
Sodium : 23.00. — Violente explosion et vaporisation complète, mais condensation partielle sur les parties refroidies.	Argent : 107.66. — Réduction presque explosive accompagnée de crépitements et de lueurs.
Potassium : 39.03. — Réduction tranquille et sans danger, commençant à une chaleur modérée, sans flamme et sans vaporisation sensible du métal.	Or : 196.20. — Décomposition tranquille de l'oxyde sans intervention du magnésium.
Rubidium : 85.20. — Pas de réaction à une chaleur modérée; à une température plus élevée, réduction tranquille avec une faible incandescence et vaporisation partielle du métal.	
Césium : 132.70. — Pas de réaction.	

Il est à remarquer que ces résultats sont en contradiction avec ceux d'un travail de M. Warren (1) d'après lequel le magnésium ne doit réduire ni les alcalis, ni les terres alcalines.

DEUXIÈME FAMILLE

Groupe principal	Groupe secondaire
Oxydes RO	Oxydes RO
La réduction par le magnésium des oxydes de ce groupe présente la gradation suivante : Elle diminue du beryllium au magnésium pour lequel elle est nulle, augmente faiblement de ce dernier au calcium puis d'une manière plus sensible jusqu'au strontium l'augmentation étant enfin très marquée du strontium au baryum. L'augmentation à partir du magnésium croit donc en même temps que le poids atomique. Pour aucun de ces corps on n'observe la vaporisation du métal.	La réduction des oxydes de ce groupe secondaire est en général très vive. Du zinc pour lequel elle est explosive, elle diminue jusqu'au cadmium pour croître et reprendre à peu près la même intensité avec le mercure. Le dégagement de chaleur qui accompagne la réaction vaporise particulièrement ou totalement le métal libre.

TROISIÈME FAMILLE

Groupe principal	Groupe secondaire
Oxydes R^2O_3	Oxydes R^2O_3
Bore : 10.90. — L'anhidride borique et le borax	L'action réductrice du magnésium sur les oxydes de ce

sont facilement réduits par le magnésium sous l'influence de la chaleur, mais le bore n'est pas le produit final de la réaction : on obtient ainsi un borure de magnésium qui ne se comporte pas toujours de la même manière vis-à-vis des acides. L'acide chlorhydrique dégage de ce borure un composé gazeux de bore et d'hydrogène que l'auteur n'a pu jusqu'à présent obtenir pur et dans certains cas on a comme résidu de l'attaque une combinaison solide de bore et d'hydrogène ayant pour formule B^2H_4 .

Aluminium : 27.04. — L'alumine donne une poudre brune que l'auteur regarde comme de l'aluminate de magnésium ou spinelle $\text{Mg Al}_2\text{O}_4$.

groupe est très vive et d'autant plus énergique que le poids moléculaire est plus élevé. Le thallium seul présente une exception tenant à ce que le peroxyde de thallium se dédouble en oxygène et sous-oxyde avant que la température de réduction ne soit atteinte. Ce dernier oxyde est irréductible, mais si on le transforme en carbonate la réduction s'effectue avec explosion.

H. GAUTIER.

Poisson (Albert). — Cinq traités d'Alchimie des plus grands philosophes. Traduits du latin (5 fr.). *Chacornac*, 11, Quai S. Michel, Paris, 1890.

Nous signalons à nos lecteurs cet intéressant volume qui a une grande importance au point de vue de l'histoire de la Chimie. Avec la *Collection des Alchimistes grecs* de M. Berthelot on avait appris à connaître les théories chimiques de l'antiquité (iii, iv et v^e siècle); avec l'ouvrage de M. Poisson ce sont les traités d'Alchimie de Roger Bacon, Arnaud de Villeneuve, Paracelse, Raymond Lulle, Albert le Grand.

Arnaud de Villeneuve émet dans son traité *Le Chemin du Chemin* des idées particulières sur la distillation; dans tout corps qu'on distille l'eau, le feu et l'air passent; la terre reste comme résidu.

Le traité de Roger Bacon est surtout théorique; on y trouve clairement exposées les idées fondamentales de la philosophie hermétique; tous les corps sont composés de soufre et de mercure, principes particuliers correspondant aux propriétés physiques et chimiques des corps. Mais ces deux principes eux-mêmes ne sont que modifications de la matière, une en son essence.

Albert le Grand brille surtout par la pratique et explique dans son chapitre « de la sublimation du Mercure », la préparation du sublimé corrosif aussi nettement que possible; de même pour l'eau régale et l'acide azotique.

Raymond Lulle, dans la *Clavicule* n° parle de la chaux d'argent et de divers acides.

Enfin, Paracelse faisant agir à chaud l'eau régale sur le cinabre, signale le dégagement d'un esprit coloré, qu'il appelle *lion rouge*, fumée rouge, élément du feu. C'est le gaz hypoazotique.

Tel est en résumé l'ouvrage de M. Albert Poisson. Ce n'est, il est vrai, qu'une traduction; mais ce livre fait connaître l'Alchimie sous un jour nouveau; à ce titre il intéressera vivement tous ceux qui étudient la chimie.

G. NABU.

3^e Sciences naturelles.

De Stefani (C). — Le Pieghe delle Alpi Apuane. Contribuzione agli studi sull'origine delle Montagne. gr. in-8, 113 p. deux planches de coupes et une carte géol. en couleurs au 1:25,000. Florence, Le Monnier, 1890. (Pubblicazioni del R. Istituto di Studi Superiori pratici in Firenze, Sezione di Sc. fis. e. nat.).

Les Alpes apuennes des géologues italiens ne font pas partie de la chaîne des Alpes proprement dites, mais bien de la zone intermittente de massifs anciens qui accompagnent à distance la chaîne des Apennins, du côté de la mer Tyrrhénienne; ce petit groupe montagneux se dressait entre les vallées du Serchio et de la Magra, au N. de Pise et à l'E. de Carrare. L'excellente

(1) Warren, *Chemical News*, 1889, 487.

monographie de M. de Stefani est principalement destinée, comme son titre l'indique, à l'étude de ses caractères tectoniques.

Dans une première partie, l'auteur passe en revue les terrains successifs, en commençant par les plus anciens; la série stratifiée des Alpes apuennes présente de nombreuses lacunes; elle commence avec le Silurien moyen fossilifère (Orthoceras, Crinoïdes) dans lequel sont intercalés de véritables *gneiss* microcristallins, analogues aux roches considérées par M. Zaccagna comme permienues, dans les Alpes Occidentales. Au-dessus vient une série triasique extrêmement puissante, comprenant des calcaires, des dolomies, des cipolins, des jaspes, des phyllades, quartzites, micaschistes, etc., et dont font partie les célèbres *marbres de Carrare*; des fossiles assez nombreux permettent de paralléliser ces couches avec le Trias moyen et supérieur des Alpes Orientales. L'infralias, puis différents termes de la série jurassique et crétacée, enfin des étages tertiaires très variés affleurent successivement sur les bords du noyau triasique.

Passant ensuite à l'étude des faits de structure, M. de Stefani fait connaître en détail les plis qui entrent dans la constitution de ce petit groupe montagneux. Pour faciliter la description, il désigne les anticlinaux par des majuscules se suivant dans l'ordre de l'alphabet et les synclinaux par la réunion des deux lettres affectées à chacun des anticlinaux adjacents. Par le soin apporté au dessin des contours, la carte de la partie centrale des Alpes apuennes jointe au texte est un vrai modèle; l'auteur n'a pas négligé, comme on le fait trop souvent, d'y indiquer la trace des coupes et l'affleurement du plan axial des plis, ainsi que le sens dans lequel ces derniers sont déjetés.

Parmi les faits les plus intéressants que cette carte permet de constater, on doit signaler l'allure curviligne des axes anticlinaux autour des deux centres de Monte Corchia et surtout du Monte Sunbra : les deux ailes de plis tournants sont amenées à s'y opposer l'une à l'autre, comme dans les exemples récemment découverts en Provence par M. Bertrand. L'examen du même document met en pleine lumière, bien que sur une petite échelle, plusieurs vérités capitales, dont toutes les recherches orogéniques contemporaines tendent de plus en plus à faire ressortir l'importance : telles sont : l'absence de vraies failles comme dans toutes les régions plissées typiques, — le rôle des renversements et des actions horizontales, — la nécessité où l'on se trouve de conclure avec prudence, dans les pays dont la coupe-type n'est pas connue, si l'on ne veut pas s'exposer à confondre les plans de superposition normale et les plans de superposition mécanique, sensiblement parallèles aux premiers et irrégulièrement découpés comme eux par l'érosion, — la fréquence des plis couchés, — l'absence de parallélisme rigoureux pour les plis synchroniques, — la formation des vallées transversales et de l'ensemble du modèle topographique par voie de simple excavation superficielle, sans rapports directs avec les phénomènes d'origine interne, etc. Ces points, et beaucoup d'autres conséquences intéressantes des faits observés, sont traités avec les développements nécessaires dans la seconde partie de l'ouvrage, qui justifie pleinement, comme on le voit, son sous-titre de *Contribution à l'étude du mode de formation des montagnes*.
 Enum. de MARGERIE

Klebs. Expériences sur la reproduction de l'*Hydrodictyon utriculatum*. Ein Beitrag zur Physiologie der Fortpflanzung. Flora, 1890, n. 5.

L'auteur s'est proposé de rechercher dans quelle mesure les conditions extérieures influencent la reproduction. Ses recherches ont été faites sur l'*Hydrodictyon utriculatum*, algue de la famille des *Cénobies*, dont le thalle consiste en un réseau à larges mailles formant un sac irrégulier. Les *Hydrodictyées* se multiplient par reproduction asexuelle au moyen de zoospores et par reproduction sexuelle à l'aide de gamètes dont la fu-

sion produit un œuf. Les recherches de l'auteur démontrent que l'alternance des générations asexuelles et sexuelles n'est pas régulière, ni déterminée d'une façon invariable par l'hérédité; elle est sous la dépendance immédiate du milieu : ce sont les conditions extérieures qui font apparaître tantôt l'un, tantôt l'autre de ces deux modes de multiplication.

La méthode suivante permet de provoquer à coup sûr la formation de zoospores : on cultive l'algue quel que temps dans une solution de sels nutritifs à 0,5 % ou à 1 %, puis on les porte dans l'eau pure. Le mélange de sels est fait d'une partie d'azotate de potassium, 1 p. de sulfate de magnésie, 1 p. de phosphate de potassium et 4 parties de nitrate de calcium. Au bout de quelque temps de séjour dans la solution, les cellules acquièrent une tendance marquée à la production de zoospores; mais le phénomène s'arrête là : pour qu'il aille plus loin, pour que les zoospores se forment, il faut faire passer les cellules de la solution saline dans l'eau pure. Cependant l'eau pure peut être remplacée par une solution de sucre même à 10 % : ceci prouve que ce n'était pas la concentration du milieu qui empêchait la production de zoospores lorsque les cellules se trouvaient dans la solution saline. La tendance à la production de zoospores s'établit dans tous les réseaux d'*Hydrodictyon*, quelle que soit leur provenance, quelles que soient les conditions dans lesquelles ils ont vécu antérieurement à l'expérience : le phénomène s'accomplit avec la certitude et la constance d'une réaction chimique.

D'autres sels, moins importants au point de vue de la nutrition, ont peu ou n'ont pas d'action. La chaleur intervient dans le phénomène comme dans toute autre manifestation vitale. La lumière est un facteur indispensable; il est probable qu'elle agit en favorisant les actions chimiques dans la cellule et surtout en activant les oxydations et les réductions.

M. Klebs cherche en vain à expliquer pourquoi le passage de la solution saline dans l'eau pure permet aux cellules de produire des zoospores. D'après lui, l'action des sels nutritifs sur la formation des zoospores implique leur passage au travers du protoplasme et leur pénétration dans le suc cellulaire. Croyant que l'action de l'eau était due à un changement dans la pression osmotique du suc cellulaire, il a employé la méthode de la plasmolyse pour déterminer la valeur de cette pression. Il a constaté que la pression osmotique qui règne dans les cellules de l'*Hydrodictyon* varie considérablement suivant les conditions dans lesquelles les cellules ont antérieurement vécu. Ce fait, intéressant en lui-même, ne donne nullement l'explication du phénomène. L'auteur recherche ensuite l'influence de substances organiques sur la formation des zoospores. La maltose et la dulcité ont une action favorisante, mais cette action diffère essentiellement de celle des solutions salines en ce que ces corps déterminent d'emblée la production des zoospores; de plus, la maltose et la dulcité n'agissent que lorsque les cellules ont déjà par elles-mêmes une certaine tendance à la reproduction asexuelle.

Pour former des zoospores l'algue doit nécessairement se trouver dans un milieu liquide; cultivée dans une atmosphère humide, sur de la tourte par exemple, elle n'en produit pas.

Passons maintenant à la reproduction sexuelle. Il est plus difficile de forcer l'*Hydrodictyon* à donner des gamètes que de lui faire produire des zoospores. En général, on y réussit en cultivant l'algue dans une solution de sucre à 5 %. On peut aussi employer la glycérine. Certaines conditions de milieu prédisposent à la reproduction sexuelle : ainsi la culture dans un cristalliseur contenant peu d'eau et placé devant une fenêtre ensoleillée. La lactose, la mannite et l'érythrite favorisent la production de gamètes; la glycose, la dextrine, la lévulose sont sans action.

Fait important, la formation de gamètes est indépendante de l'action de la lumière.

Vient ensuite une série d'expériences fort intéressantes. Toutes les cellules d'un même réseau d'*Hydrodictyon* sont des cellules sœurs ayant vraisemblablement les mêmes tendances héréditaires; si donc on parvient à faire produire aux unes des gamètes, aux autres des zoospores, on est en droit de conclure que seules les conditions extérieures déterminent l'apparition de l'un ou de l'autre mode de reproduction. Or il est aisé de faire produire des zoospores à des *Hydrodictyon* dont certaines cellules sont en train de donner des gamètes. Il suffit pour cela de les placer dans la solution saline en pleine lumière. Il n'est pas aussi facile d'opérer la transformation inverse; cependant on y parvient de la façon suivante: un réseau d'*Hydrodictyon* est cultivé dans une solution de maltose ou de dextrose; il s'y développe une tendance à la formation de zoospores, on divise le réseau en deux moitiés; on en laisse une part à la lumière, tandis qu'on porte l'autre à l'obscurité; la première donne des zoospores, la seconde des gamètes; replacée à la lumière, cette dernière se remet à produire des zoospores. Il y a une restriction à faire à ce propos: il faut, dit l'auteur, pour que la transformation s'opère, que les cellules n'aient pas au préalable une tendance trop marquée soit à la formation de zoospores, soit à la production de gamètes. Nous ferons remarquer qu'il y a là une certaine obscurité résultant de l'impossibilité où l'on se trouve de reconnaître à des caractères apparents si la cellule possède telle ou telle tendance.

Autre expérience importante: on prend des *Hydrodictyon* qui ont séjourné dans la solution saline; ils y ont acquis, comme on sait, une grande tendance à la production de zoospores; si on les place dans l'eau ou dans une solution de sucre à 5 % devant une fenêtre où la lumière est faible et la température basse, et qu'après une dizaine de jours on les transporte dans un thermostat à 28°, on voit se former très rapidement une grande quantité de gamètes.

Dans la Nature, les facteurs se mêlent et leurs combinaisons varient constamment; il est donc bien difficile d'obtenir de l'observation des résultats précis.

Les conclusions finales de l'auteur sont les suivantes: il n'y a pas chez l'*Hydrodictyon* de générations destinées d'avance à produire des gamètes ou des zoospores; bien plus, chaque cellule peut être amenée à présenter l'un ou l'autre de ces deux modes de reproduction; l'apparition de corps reproducteurs asexués ou sexués dépend uniquement des conditions extérieures. Il n'y a pas non plus de succession régulière et déterminée de générations sexuées ou asexuées.

Ch. BORDET.

Montillot (Louis). — *L'amateur d'insectes*. — Préface par le Professeur Laboulbène. (Bibliothèque des Connaissances utiles) 4 fr. J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille, Paris, 1890.

Ce petit volume est, comme son titre l'indique, destiné aux amateurs; il débute par des notions succinctes de l'organisation des Insectes et les procédés de chasse et de récolte. L'auteur décrit ensuite les espèces que le collectionneur est susceptible de rencontrer. C'est en somme un bon petit livre pratique.

C. NAUD.

Bernard (Félix). — *Aide-naturaliste au Muséum*. — Recherches sur les organes palléaux des Gastéropodes Prosobranches. Thèse pour le doctorat ès sciences, in-8° de 315 pages et 10 planches. Annales des Sciences naturelles, 7^e série, tome 9. G. Masson, 120, Boulevard Saint-Germain, Paris, 1890.

Ce travail fait partie d'une série d'études comparatives sur les Gastéropodes Prosobranches. M. Bernard a étudié pour sa part le manteau et les organes qui en dépendent: branche, organe de Spengel (fausse branche) et glande à mucus.

La constitution typique d'un organe de Spengel bien

différencié (Cassidaire) est la suivante; c'est un organe allongé, dont la partie médiane est occupée par un gros ganglion et qui porte latéralement des feuillets disposés par paires; sur le côté inférieur de chaque feuillet se trouve un gros nerf, dont les ramifications se terminent dans de nombreuses cellules neuro-épithéliales (cellules de Flemming).

Chez les Prosobranches inférieurs (Diotocardes) l'organe de Spengel est rudimentaire; une portion seulement d'un des nerfs émis par le ganglion branchial devient sensorielle (minimum chez *Fissurella*, maximum chez *Haliotis*). Il ne peut être question d'homologuer cette région sensorielle à des branches rudimentaires, comme on l'avait proposé pour l'*Haliotis*.

Chez les Monotocardes, types plus normaux, il n'y a plus de ganglion branchial; la zone sensorielle des types précédents s'est différenciée en un organe terminal, où aboutissent de gros nerfs (organe de Spengel, organe de Lacaze-Duthiers). Chez les Pulmonés aquatiques, comme l'a découvert M. de Lacaze-Duthiers, il y a une invagination épithéliale pénétrant dans un ganglion; chez la Paludine, le long bourrelet qui représente l'organe de Spengel montre jusqu'à un vingtain de culs-de-sac. Enfin toute trace de cet appareil manque complètement chez les Pulmonés terrestres (sauf *Cyclostoma*), les Hélicinidés et Cyclophoridés, également terrestres, et chez les Succinées aquatiques.

L'auteur étudie ensuite la branche, dont il décrit avec soin l'épithélium externe, avec ses cellules indifférentes, mucipares et neuro-épithéliales; la membrane de soutien qui s'épaissit considérablement (tissu conjonctif anhiste) au pourtour de la lacune efférente; la couche musculaire et notamment les trabécules, traversant la branche perpendiculairement aux faces, et enfin le système nerveux. Comme l'auteur le fait remarquer avec raison, il ne faut point parler de capillaires branchiaux; c'est un réseau entièrement lacunaire.

À propos de la glande à mucus, M. Bernard s'occupe du processus même de la sécrétion du mucus; les cellules mucipares sont toujours dépourvues de cils; la sécrétion s'opère par le rejet du mucus, s'échappant par une ouverture pratiquée au sommet de la cellule; le noyau et le protoplasma restent en place et peuvent continuer à sécréter.

M. Bernard termine par la synthèse de ses résultats histologiques et morphologiques: 1° Il montre que, partout où il y a des cellules sensorielles de Flemming, il se manifeste une certaine sensibilité tactile et une irritabilité que l'on peut considérer comme olfactive; les organes de Spengel représentent un haut degré de différenciation sensorielle. 2° L'histologie du tissu conjonctif montre une identité complète pour les Prosobranches avec les résultats obtenus par Brock chez les Pulmonés et les Opisthobranches. 3° Les lacunes sanguines sont des espaces creusés dans le tissu conjonctif; dans quelques cas elles paraissent dépourvues d'endothélium; chez quelques types (Cassidaire, Buccin) les imprégnations d'argent révèlent dans les sinus un véritable endothélium. 4° Un chapitre sur la comparaison morphologique du système veineux palléal chez les Diotocardes et les Monotocardes. 5° Enfin les applications à la classification; M. Bernard adopte complètement la classification proposée par M. Rémy Perrier (modification de celle de M. Bouvier) dont le travail a été résumé récemment dans cette Revue.

Par ses recherches si détaillées et si précises, M. Félix Bernard a ajouté un chapitre des plus intéressants à l'histoire si compliquée et si difficile du grand groupe des Gastéropodes.

L. CUÉNOT.

Duval (Mathias). — *Le Placenta des Rongeurs*. — Journal de l'Anatomie et de la Physiologie, Juillet 1889, novembre 1889, janvier 1890. Comptes-rendus de la Société de Biologie, octobre, novembre et décembre 1890. Paris.

Le savant professeur de la Faculté de Médecine a

entrepris l'étude du placenta des Rongeurs; dans un premier mémoire, il a fait connaître ses recherches sur l'évolution du placenta du lapin, et il vient de publier récemment quelques notes qui nous promettent d'aussi intéressants résultats en ce qui concerne le placenta du rat et de la souris.

Le fait fondamental, celui qui domine tous les autres, c'est que l'élément anatomique du placenta est d'origine ectodermique et fœtale. Au cours du développement du placenta, les éléments anatomiques maternels sont graduellement remplacés par les éléments ectodermiques fœtaux, si bien qu'à la période d'achèvement du placenta celui-ci est, pour ainsi dire, tout entier de constitution fœtale. C'est un composé de lacunes et de canaux remplis de sang maternel, mais dont la paroi est formée d'éléments dérivés de l'ectoderme du fœtus; dans ces lacunes et ces canaux baignent à nu, c'est-à-dire sans autre intermédiaire que leur endothélium, les capillaires fœtaux. Suivant l'expression de M. Mathias Duval le placenta « représente à son origine une hémorrhagie maternelle circonscrite et enkystée par des éléments fœtaux ectodermiques », formule qui, d'après les récentes recherches de M. Duval, est chez le rat et la souris, non plus une image schématisant la signification du placenta, mais l'expression même des faits. Dans un chapitre critique du plus haut intérêt, le savant embryologiste montre que ces notions si nouvelles sont applicables non seulement aux Rongeurs mais à tous les mammifères.

L'auteur divise en trois périodes la marche de l'évolution du placenta : 1^{re} période de formation, 2^e période de remaniement, 3^e période d'achèvement.

Tout à fait au début, l'œuf est complètement libre dans la cavité utérine, mais la muqueuse de l'utérus offre sur son bord mésométrique (bord adhérent de la corne utérine) deux lobes renflés ou *cotylédons maternels* séparés par un sillon intercotylédonnaire. Il faut connaître la structure de ces cotylédons pour comprendre les diverses phases de l'évolution du placenta. Ils résultent d'une hypertrophie du chorion de la muqueuse utérine et consistent en un tissu cellulaire lâche, très vasculaire. Les vaisseaux profonds se distinguent, par une adventice formée d'une ou plusieurs couches de cellules vésiculeuses, des vaisseaux superficiels réduits à leur paroi endothéliale. Il y a donc à distinguer deux régions dont nous verrons s'accroître ultérieurement les caractères distinctifs. Une troisième région est représentée par l'épithélium de la muqueuse qui forme de nombreuses saillies et des invaginations ou glandes peu profondes. Point important à noter : dès cette époque, l'épithélium au niveau des saillies de la muqueuse est profondément altéré. Ses cellules ont perdu leurs limites et constituent un revêtement homogène où les noyaux occupent la face profonde.

Période de formation. — De la fin du septième jour au neuvième jour, l'œuf se fixe aux cotylédons maternels. A cet effet, l'ectoderme à une certaine distance de l'embryon s'épaissit en formant de chaque côté de celui-ci une sorte de croissant (croissants ectoplacentaires). Ces deux croissants qui sont la première ébauche de l'*ectoplacenta* correspondent en position aux cotylédons maternels et l'embryon se trouve par suite entre eux en regard du sillon intercotylédonnaire. L'*ectoplacenta* en s'épaississant se moule sur les saillies des cotylédons, y détermine la disparition de l'épithélium et pénètre dans les invaginations glandulaires. En même temps, sa structure se modifie considérablement. D'abord formé de cellules uniformément polyédriques, il se montre bientôt divisé en deux assises, une profonde dont la structure n'a pas varié, et une superficielle où les parois des cellules ont disparu ne laissant plus qu'une couche protoplasmique homogène avec nombreux noyaux.

L'auteur désigne cette couche sous le nom de *couche plasmodiale* de l'*ectoplacenta* pour la distinguer de la *couche cellulaire* profonde. Cette couche plasmodiale va prendre dorénavant une importance considérable.

Elle pénètre tout d'abord dans les invaginations glandulaires des cotylédons maternels et envoie, d'autre part, après la disparition de l'épithélium de la muqueuse, des poussées de prolifération dans l'épaisseur du chorion. Ces poussées arrivent au contact des vaisseaux superficiels, les englobent, déterminent l'atrophie de leur endothélium et les transforment ainsi en lacunes. L'*ectoplacenta* est donc à cette époque une sorte de coulée ectodermique, épaisse, d'origine fœtale, parcourue de lacunes remplies de sang maternel (lacunes sangui-maternelles).

Période de remaniement. — Elle s'étend du dixième jour au vingt-cinquième jour. Au début de cette période, les cotylédons maternels ont encore augmenté d'épaisseur. L'adventice des vaisseaux profonds s'est accrue et ceux-ci forment une zone bien distincte que l'auteur désigne sous le nom de *région des sinus utérins des cotylédons*. Les vaisseaux superficiels étaient, avons-nous dit, limités simplement par leur endothélium. Nous avons vu que les plus proches de la surface de la muqueuse ont été envahis par la couche plasmodiale ectoplacentaire. Or, entre la région des sinus utérins et l'*ectoplacenta* en développement, on voit se différencier une *région intermédiaire* caractérisée par la transformation des cellules conjonctives étoilées en volumineuses cellules vésiculeuses à plusieurs noyaux. Ces cellules vésiculeuses forment un tissu homogène dans lequel se voient les sinus vasculaires. Ceux-ci se font remarquer par la structure de leur paroi dont l'endothélium est bientôt remplacé (onzième jour) par une couche protoplasmique parsemée de noyaux et qui n'est autre chose qu'un revêtement formé par l'*ectoplacenta* ayant coulé pour ainsi dire des lacunes sangui-maternelles décrites précédemment dans les sinus intermédiaires qui leur font suite. Ici comme là, il détermine la disparition de l'endothélium et forme aux sinus une couche plasmodiale endovasculaire. En même temps que progresse cette invasion de la couche plasmodiale, l'*ectoplacenta* est le siège de profondes modifications qui caractérisent la période de remaniement et qui ont pour point de départ l'entrée en jeu des éléments mésodermiques de la lame fibro-cutanée. Ceux-ci pénétrant l'*ectoplacenta* perpendiculairement à sa face fœtale y envoient des prolongements qui tendent à le morceler. Bientôt des vaisseaux allantoidiens se joignent aux éléments mésodermiques et il se forme ainsi une série de *colonnes* comprenant chacune une lacune sangui-maternelle séparée des voisines par une cloison mésodermique vasculaire. La hauteur de ces colonnes est limitée, les cloisons mésodermiques ne s'étendant jamais jusqu'à la *région intermédiaire* des cotylédons dont leur extrémité profonde reste séparée par une lame d'*ectoplacenta* non morcelée formant la *lame limitante ectoplacentaire*. Les colonnes ectoplacentaires ou lobes passent, du douzième au quatorzième jour, à l'état de *complexus tubulaire*. Le mécanisme de cette transformation est le suivant : d'une part, des lames mésodermiques émanées des cloisons intercolonnaires pénètrent la masse de la colonne et la divisent en segments. D'autre part, il se fait des végétations plasmodiales sur les parois ectoplasmiques des lacunes colonnaires sangui-maternelles. Finalement, chaque colonne primitive est subdivisée en plusieurs tubes à peu près parallèles limités par une couche plasmodiale ectoplacentaire et séparés par des cloisons mésodermiques vasculaires. Chaque colonne est donc devenue un *complexus tubulaire* ou lobe. Ajoutons que le processus s'est localisé dans les régions moyennes des colonnes, de telle sorte que ces *complexus tubulaires* aboutissent à leurs deux extrémités à des lacunes plus larges non cloisonnées, les *confluents*.

Vers le quinzième jour commence un nouveau travail semblable au précédent qui aboutit à la division des lobes ou *complexus tubulaires* en *lobules* ou *complexus canaliculaires*. Chaque tube se divise en plusieurs canalicules. Mais tandis que pour la formation des tubes, le tissu mésodermique envoyait à la fois des

éléments cellulaires et des vaisseaux, pour la formation des canalicules, il n'envoie que des vaisseaux. Un lobule n'est donc qu'un complexe de canalicules à paroi plasmoidale séparés par des vaisseaux fœtaux.

Période d'achèvement. — Elle se caractérise par une dernière simplification consistant dans la fonte et la résorption graduelle de la couche plasmoidale des canalicules si bien que le placenta consiste en définitive en canaux remplis de sang maternel dans lesquels baignent directement les vaisseaux fœtaux. L'endothélium des vaisseaux sépare seul ainsi le sang fœtal du sang maternel, condition particulièrement favorable et que nous avons annoncée au début de ce résumé.

Si l'on examine ce qu'est à cette époque le placenta, on constate que par suite du développement énorme qu'a pris l'ectoplacenta, la région intermédiaire puis la région des sinus utérins se sont considérablement atrophiées jusqu'à permettre de considérer le placenta comme à peu près entièrement formé par l'ectoplacenta. En fait, les cotylédons utérins ont disparu. M. Mathias Duval appelle toutefois l'attention sur une couche peu épaisse (couche vésiculeuse permanente ou protectrice) qui s'est différenciée dès le début de la période de remaniement à la face profonde des cotylédons, au contact de la musculature. Cette couche est caractérisée par l'état vésiculeux de ses cellules et par ses lacunes peu dilatées que n'envahit jamais la couche plasmoidale ectoplacentaire. Aussi ne subit-elle pas les phases de régression qui détruisent les autres parties des cotylédons maternels. Elle constitue une sorte de plateau solide où le petit calibre des vaisseaux aura pour but de réduire au minimum l'hémorragie au moment où cette couche se séparera de la musculature pour suivre les autres parties du placenta lors de la parturition. Chez le lapin, lorsque le placenta s'est détaché, la plaie produite est immédiatement recouverte par la muqueuse voisine qui glisse et vient revêtir la surface mise à nu. Il n'en est pas de même chez le rat et la souris où il reste toujours au niveau de la plaie placentaire une petite région à nu. Dans ses récentes recherches, M. Duval a pu établir que la réparation de l'épithélium en cette région s'opère par transformation des cellules conjonctives du chorion de la muqueuse. Ce mode, invraisemblable au premier abord, s'explique fort bien si, avec M. Duval, on se souvient que l'épithélium utérin est d'origine mésodermique, et que, dès lors, rien n'empêche d'admettre qu'il peut se réparer par transformation de cellules mésodermiques.

M. Mathias Duval donne encore d'intéressants détails sur le sens de la circulation dans le placenta. Le sang fœtal marche en sens inverse du sang maternel. Divers points relatifs aux autres formations fœtales sont aussi traitées avec soin. Nous signalerons en particulier la description du singulier phénomène de l'invagination de l'hémisphère supérieur de l'œuf dans l'hémisphère inférieur, mais sans y insister, l'analyse de ce point pouvant être reprise à propos de la question de l'inversion des feuillets chez les Rougeurs que l'auteur doit traiter tout au long dans un futur mémoire et à laquelle l'invagination en question chez le lapin peut être comparée.

D^r H. BEAUREGARD.

4^e Sciences médicales.

Cristiani (Ilector). — *Gastrostomie pour cancer de l'œsophage.* *Revue médicale de la Suisse Romande, Genève, 20 juillet 1890.*

L'opération faite par M. Cristiani est un succès opératoire de plus à l'actif de la gastrostomie, qui fait peu à peu son chemin malgré les réquisitoires violents qu'on a dressés contre elle. M. Cristiani adopte le principe de l'invasion très petite de l'estomac, posé par M. Terrier, mais rejette la suture de la muqueuse à la peau, qu'a préconisée le même chirurgien. Il place une sonde dans la fistule, ce qui nous semble inutile; la sonde ne pouvant, comme le fait

s'est du reste produit dans l'observation relatée, que dilater l'orifice fistuleux. Un orifice petit placé près du cardia, reste parfaitement ferme et ne laisse absolument rien sortir du contenu stomacal comme nous avons pu le constater chez une de nos opérées; c'est là un fait d'une importance capitale, car il permet de laisser de côté toutes les discussions sur les auto-digestions de la peau, que M. Cristiani croit dues à l'action d'un suc gastrique acide. Malgré le succès qu'il a obtenu, M. Cristiani pense qu'on ne doit recourir à la gastrostomie que dans les cas de rétrécissements infranchissables, opinion qui nous semble un peu timide, convaincu que nous sommes de l'absolue bénignité de cette opération lorsqu'elle est pratiquée sous le couvert de certaines précautions.

D^r HENRI HARTMANN.

Lannelougue et Achard. — *Étude microbiologique de dix kystes congénitaux.* *Annales de l'Institut Pasteur, 1890.*

Les auteurs, dont la compétence en fait de kystes congénitaux est de premier ordre, ont mis à profit leurs savantes recherches sur ces curieuses productions pathologiques pour tâcher d'élucider quelques notions encore obscures de bactériologie. L'organisme à l'état normal est-il absolument protégé contre l'invasion microbienne par l'intégrité de son revêtement épithélial interne et externe? Les tumeurs susceptibles de généralisation à distance peuvent-elles avoir une origine parasitaire?

Les auteurs ont étudié à ce point de vue dix kystes congénitaux, variables quant à leur espèce. Sur ces dix cas, huit ont donné un résultat tout à fait négatif comme recherche bactériologique. En ce qui concerne les deux cas où l'examen bactériologique a révélé l'existence des microbes, il semble que les micro-organismes n'ont pénétré dans le kyste que secondairement. Dans un cas, en effet, il y avait un orifice communiquant avec l'air extérieur; dans l'autre on voyait une cicatrice, indice très probable d'une communication antérieure.

MM. Lannelougue et Achard sont donc autorisés à conclure que la cavité des kystes congénitaux ne renferme pas de microbes, tant qu'elle n'a pas été mise en communication avec le monde extérieur.

D^r H. DUBIEF.

Tchistowitch (D^r). — *de Saint-Petersbourg. Études sur la pneumonie fibrineuse.* *Annales de l'Institut Pasteur, 1890.*

Ce travail, fait à l'Institut Pasteur sous l'inspiration et la direction de M. Metchnikoff, est une contribution à l'étude de la phagocytose. L'auteur s'est demandé quelle part prennent les phagocytes dans la lutte de l'organisme contre le *Streptococcus lanceolatus*. Ses conclusions se résument ainsi : On trouve la même différence dans les rapports du *Diplococcus* avec les éléments cellulaires chez les animaux réfractaires et non réfractaires dans les poumons, le tissu sous-cutané et la chambre antérieure de l'œil. Chez les animaux non réfractaires, les cocci n'amènent qu'une réaction inflammatoire locale insignifiante, peu de réaction phagocytaire. Au contraire chez les animaux réfractaires, il se développe à l'endroit de l'inoculation un très vil processus inflammatoire local, avec mobilisation en masse des leucocytes et un phagocytisme plus ou moins prononcé. En outre l'introduction des diplocoques dans la chambre antérieure de l'œil permet de constater que ce milieu dépourvu de leucocytes est un milieu favorable pour leur développement aussi bien chez les animaux réfractaires que chez les non-réfractaires. C'est là, on le voit, un résultat qui vient donner un appui sérieux à la théorie phagocytaire.

Il est bien entendu que l'organisme étudié sous le nom de *Streptococcus lanceolatus* par M. Tchistowitch est le *Diplococcus pneumoniae* de Weichselbaum Sternberg etc., et de tous les auteurs.

D^r H. DUBIEF.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 26 janvier 1891

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. E. Picard : Sur la représentation approchée des fonctions. — M. E. Amigues : Démonstration purement algébrique du théorème fondamental de la théorie des équations. — M. H. Minkowski : Théorèmes arithmétiques. — M. A. de Saint-Germain ajoute quelques détails à la théorie donnée par M. Resal sur le mouvement d'un double cône qui paraît remonter sur deux droites également inclinées. — M. A. Potier donne une solution générale du problème que soulève l'énoncé du principe d'Huygens : Rechercher comment doivent être distribuées sur une surface enveloppant les centres d'ébranlement, les sources fictives qui leur sont équivalentes pour les points extérieurs à cette surface, ainsi que la nature du mouvement produit par chacune de ces sources. — M. Phillips avait obtenu l'isochronisme des oscillations du pendule, petites ou grandes, en y adaptant un ressort agissant sur la tige du pendule par une bielle. Il avait établi la théorie de ce mécanisme dans une note que M. Wolf présente à l'Académie, en ajoutant que les expériences faites à l'Observatoire sur cet appareil ont fait constater que l'isochronisme est réalisé. — M. G. Defforges a déterminé la loi de variation de la durée d'oscillation et de l'amplitude des pendules de Brunner, en fonction de la pression du fluide environnant. — M. F. Gonnessiat : Sur l'équation personnelle dans les observations de passages. — MM. G. Rayet et L. Picard : Observation des comètes Zona et Brooks (1890, II) faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux. — M. Flammarion fait observer que l'astre signalé par M. Lescarbault dans la constellation du Lion, comme une étoile nouvelle, n'est autre que *Saturne*.

2^{de} SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Cornu entretient l'Académie d'une expérience récente de M. Wiener qui, en faisant tomber un faisceau de lumière polarisée sur un miroir à 45° et interposant une pellicule photographique transparente près du point d'incidence, obtient des franges lorsque le plan de polarisation coïncide avec le plan formé par le rayon incident et le rayon réfléchi; l'interférence qui se produit dans ce cas démontre que les vibrations de la lumière polarisée se font normalement au plan de polarisation; M. Cornu remarque, en outre, que cette expérience précise par un fait palpable le caractère dynamique de la vibration lumineuse. — M. Ch.-Ed. Guillaume établit une formule destinée à la détermination exacte de la résistance d'une dérivation, pour servir dans les cas où on emploie une caisse de résistance à double entrée à donner des valeurs fractionnaires de l'unité. — M. Renou, à propos de la note de M. Guillaume du 12 janvier, rappelle que la tige correctrice sans réservoir, appliquée à la correction de la tige émergente d'un thermomètre, est employée à l'Observatoire du Parc Saint-Maur depuis 1881. — M. Moureaux signale que la courbe du magnétographe de l'Observatoire du Parc Saint-Maur a présenté le 13 janvier une légère oscillation en coïncidence exacte avec le tremblement de terre qui s'est fait sentir ce jour-là en Algérie. — M. E. Semmola présente diverses considérations sur la différence des hauteurs barométriques entre Naples et l'Observatoire du Vésuve. — M. D. Gernez : Recherches sur l'application de la mesure du pouvoir rotatoire à la détermination des combinaisons formées par les solutions aqueuses d'acide malique avec les phosphomolybdates alcalins blancs. — M. Ostwald

introduit une réclamation de priorité en son nom et en celui de ses élèves, relativement aux lois signalées par M. D. Berthelot (*Comptes Rendus*, 5 janv. 1891) sur les conductibilités des acides organiques isomères et de leurs sels. — M. D. Berthelot indique les différences qui distinguent son travail de celui de M. Ostwald. — M. A. Minet décrit un nouveau dispositif pour l'électrolyse du fluorure d'aluminium fondu, au moyen duquel il obtient un bien meilleur rendement. — M. Scheurer-Kestner, en employant la bombe calorimétrique, avec les méthodes récentes, à la détermination de la chaleur de combustion de la houille, a obtenu des chiffres inférieurs de 1 à 3 0/0 à ceux qu'il avait obtenus il y a vingt ans avec l'appareil de Favre et Silbermann. Il fait remarquer que cette correction n'infirme pas les conclusions qu'il avait posées relativement à la perte de chaleur par les chaudières à vapeur. — M. Prud'homme a étudié les divers oxydes métalliques employés en teinture comme mordants; il montre que les nuances obtenues avec ces mordants sont en relation avec le poids atomique du métal et que les gammes de nuances répondent à la classification de Mendeleïeff. — MM. Berthelot et André ont étudié la façon dont les terres végétales, soumises à des traitements variés par les alcalis et les acides, forment de l'ammoniaque; des résultats complexes qu'ils ont obtenus, ils tirent des conclusions sur l'état dans lequel se présente l'azote de l'humus, et l'utilisation de cet humus par les plantes. — M. Berthelot a continué ses recherches sur les composés azotés volatils émis par la terre végétale. En opérant cette fois sur des sables argileux ou des argiles pauvres en azote, il a constaté encore une exhalaison notable de ces composés; mais, à l'inverse de ce qu'avait donné une terre végétale vingt fois plus riche en azote, la proportion de l'azote organique, dans ces composés, l'emporte sur l'azote ammoniacal.

3^{de} SCIENCES NATURELLES. — MM. Vaillard et Vincent présentent les conclusions d'un ensemble de recherches expérimentales sur le tétnanos; les accidents sont dus à la toxine sécrétée par le microbe et non à la pullulation du microbe dans l'organisme; cette pullulation n'a pas lieu, car les tissus ou humeur de l'animal inoculé ne peuvent servir à transmettre l'infection; le microbe spécifique ne peut se développer sur une plaie et de là empoisonner l'animal que s'il y est associé aux divers microbes vulgaires; ce fait, nouveau, explique comment la souillure des plaies par la terre ne produit que rarement le tétnanos, malgré l'abondance du bacille de Nicolaïer. — MM. M. Arthus et C. Pagès exposent une théorie chimique de la coagulation du sang, se basant sur ce fait, que le sang traité par les oxalates ou les fluorures alcalins en petite quantité ne se coagule pas. Ils considèrent que la formation de fibrine solide résulte de la combinaison d'une substance fibrinogène, sous l'influence d'un ferment, avec la chaux, qui serait la substance fibrinoplastique de Schmidt. — M. H. Arnaud pense que la propriété du sang qui disparaît par l'ablation du pancréas n'est pas la propriété de détruire le sucre, comme le veut M. Lépine, mais bien de transformer ce sucre en glycogène. — M. L. Roule a étudié le développement des fibres musculaires chez le *Porcellio* (Crustacés); chaque faisceau primitif est formé par une cellule mésodermique autour du noyau de laquelle le dépôt de matière contractile se fait symétriquement. — M. V. Willem a observé les gastéropodes pulmonés sous le rapport de la vision, les yeux de ces animaux sont extrêmement myopes; leur tégnement est sensible à la lumière. — M. A. Mil-

ne-Edwards signale les ravages que le froid de cet hiver a causés dans la Ménagerie du Muséum; beaucoup de mammifères et d'oiseaux sont morts; d'autres au contraire qui n'étaient pas mieux protégés, ont résisté parfaitement. Parmi ceux-ci, il y a diverses espèces de ruminants que leur résistance désigne pour l'acclimatation dans nos forêts; des expériences sont commencées à ce point de vue. — M. Emile Mer a suivi sur diverses espèces de Conifères d'une station des Vosges les variations de la quantité d'amidon dans les feuilles. Les phases d'abondance ou de rareté sont multiples et ne peuvent pas s'expliquer toutes par les conditions extérieures ou les actes importants de la végétation, tels que la floraison. — M. Dangeard décrit une nouvelle bactériacée verte; il présente diverses considérations sur les affinités de cette plante. — M. A. Lacroix expose les conclusions générales, tirées de ses études sur les enclaves des trachytes du Mont-Dore, relativement aux modifications subies suivant que l'enclave est de nature quartzreuse ou volcanique. — MM. Ch. André et J. Raulin ont étudié sur des parcelles de terrain constituées artificiellement l'influence de la nature du terrain sur la température du sol.

Mémoires présentés. — M. L. Cormerois adresse un Mémoire sur un nouveau système de ponts suspendus rigides. — M. Dabanourt adresse un Mémoire intitulé : Projet d'un hydromoteur aérien. — M. P. Juillard adresse une « Etude sur la circulation des éléments et la formation des Mondes. »

Séance du 2 février 1891

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Mannheim : Remarques sur le déplacement d'une figure de forme invariable dont tous les plans passent par des points fixes. — M. H. Poincaré : Sur le développement approché de la fonction perturbatrice. — M. P. Tacchini : Sur la distribution en latitude des phénomènes solaires observés à l'observatoire royal du Collège romain. — M. Derrecagaix offre à l'Académie, au nom du ministre de la guerre, un recueil des tables de logarithmes à huit décimales que le service géographique vient d'éditer; ce recueil contient les logarithmes des fonctions circulaires dans le système de la division centésimale du quadrant et ceux des nombres entiers de 1 à 120,000; c'est un extrait vérifié des tables manuscrites à 14 décimales de Prony. — M. Faye présente à l'Académie les deux volumes de la *Connaissance des temps et l'Annuaire pour 1891* que le Bureau des longitudes vient de publier; il signale les documents nouveaux dont s'est enrichi ce recueil et les notices qui le terminent.

2^{de} SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. Lippmann obtient l'image du spectre avec ses couleurs, image fixée et inaltérable, en se servant des procédés courants de la photographie actuelle, au moyen du dispositif suivant : la couche d'émulsion sensible, qui doit être d'une transparence parfaite, est mise en contact pendant l'exposition avec du mercure formant miroir; la lumière réfléchi sur ce miroir interfère avec la lumière incidente et forme un système de franges dans l'épaisseur de la couche sensible; à ces franges répondent après le développement et le fixage une série de dépôts d'argent dont l'intervalle est égal à une demi-longueur d'onde de la lumière incidente; la couche d'émulsion est partagée par ces dépôts en lames minces qui ont précisément l'épaisseur nécessaire pour produire par réflexion la couleur incidente; elles constituent un réseau en profondeur; la pureté de la couleur est en raison du nombre des couches. — M. Edm. Becquerel fait remarquer que ce procédé de photographie en couleur est entièrement différent de celui qu'il a découvert en 1848; les images qu'il obtenait sont inaltérables, mais à la condition d'être conservées à l'obscurité. — M. Ch. Antoine indique la façon dont il faut modifier les coefficients dans les formules qu'il a données de l'équation caractéristique des gaz et des

vapeurs, pour accorder ces formules avec les expériences récentes de M. Amagat aux pressions élevées. — M. J. Léotard remarque que la température moyenne de l'année 1890 ayant été à Marseille au-dessous de la normale, la moyenne du maxima a été au-dessus de la normale; c'est aux basses températures nocturnes qu'il faut rapporter la faiblesse de la température générale. — M. E. Grimaux a étudié les dérivés oxyalylés de la diméthylaniline; il a constaté que les réactions et les couleurs formées diffèrent notablement sous l'influence du groupement oxalcoolique et suivant la position de ce groupement par rapport au groupe Az (CH³)². — M. C. Tanret a isolé de la farine de seigle un hydrate de carbone du groupe des dextrines bien défini par ses propriétés physiques et chimiques; il lui donne le nom de *Levasine*, à cause de son pouvoir rotatoire gauche; il a retrouvé ce principe immédiat dans le blé et dans l'orge.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. Vialt, dans une précédente communication, avait signalé la richesse globulaire exceptionnelle du sang de l'homme et des animaux vivant sur les hauts plateaux du Pérou; des analyses des gaz du sang faites sur place au moyen de la pompe à mercure montrent que la quantité d'oxygène contenu dans le sang n'est pas inférieure à la normale, et que par suite l'anoxémie des basses pressions n'existe pas pour les animaux acclimatés; M. Vialt, d'après ses recherches sur la capacité respiratoire, conclut que c'est moins à l'augmentation de celle-ci qu'à la grande division de l'hémoglobine qu'il faut rapporter cette adaptation. — M. Müntz rappelle que P. Bert avait constaté l'augmentation de la capacité respiratoire du sang chez les herbivores vivant aux grandes altitudes; lui-même vient de vérifier le fait sur des lapins établis depuis sept ans au Pic du Midi (2877 m.); la proportion de fer du sang est presque doublée par rapport aux lapins vivant dans la plaine; un séjour de six mois suffit pour produire une augmentation du même genre, comme il l'a constaté sur les moutons transhumants; il rappelle que d'ailleurs la richesse du sang en hémoglobine varie considérablement suivant les conditions de la nutrition générale. — M. Giard discute l'opinion de M. Pizon sur le bourgeonnement des larves d'*Astellium spongiforme* (C. R. 19 janv. 1891). Il montre que chez les Synascidies, comme d'ailleurs chez d'autres invertébrés d'embranchements divers, le processus embryologique est plus ou moins riche en phases suivant les conditions de la nutrition; il propose le nom de *pacilogénie* pour cette particularité intéressante au point de vue de l'embryogénie comparée. — M. H. Fischer fait l'étude anatomique du Nulibranché qu'il a décrit sous le nom de *Corambe testudinaria* se basant sur cette étude, il discute la place du genre *Corambe* dans la classification. — M. J. Kunckel d'Herculais signale l'invasion de l'extrême sud algérien par le criquet pèlerin (*acridium peregrinum*); ces acridiens sont mangés par les indigènes. — M. G. Raulin a étudié comparativement la végétation du maïs et de la betterave dans des terrains constitués artificiellement au moyen d'éléments divers. — M. H. Devaux a constaté la présence de l'oxygène, dans une proportion voisine de la composition de l'air, au sein des tissus des végétaux les plus massifs, tubercules de pommes de terre, betteraves, potirons; il en résulte que les cellules de ces tissus ont une vie parfaitement aérobie. — M. E. Bastit a étudié l'influence de l'état hygrométrique de l'air sur la position de la feuille des mousses; il y a étalément par l'humidité, repliement par le sec; à la position étalée correspond une activité respiratoire et chlorophyllienne beaucoup plus intense. — M. A. de Lapparent examine la façon dont a pu se former l'argile à silex du bassin de Paris. — M. F. A. Forel décrit, d'après des observations récentes qu'il a faites sur le lac de Genève, le procédé suivant lequel l'agitation des vagues produit ces glaçons arrondis et bordés que les Anglais appellent glaçons-gâteaux. M. J. Bertrand lit une notice sur le général

Haënz, correspondant de la section de géographie et de navigation.

Mémoires présentés : M. F. Ivison O'Neale adresse une note relative à un procédé pour déterminer la présence du bisulfate de potasse ou de l'acide sulfurique libre dans les vins. — M. H. Féron adresse une note relative à un procédé pour empêcher les explosions de grisou. M. P. Dignat adresse une note intitulée : « Variations d'intensité qu'on peut observer dans un même courant galvanique d'intensité initiale donnée, et passant dans le corps vivant à travers les végétaux. » — M. E. Delaurier adresse une note intitulée : « Les théories chimiques de Stahl et de Lavoisier. » M. E. des Rieux adresse de Villebourg (Algérie) une note relative aux désastres produits par les tremblements de terre du mois de janvier, dans ce village, et à Gouraya.

L. LAPICQUE.

ACADEMIE DE MÉDECINE

Séance du 27 janvier 1891.

M. Olivier : Rapport sur un mémoire de M. Channier (de Tours), sur les tumeurs adénoïdes du pharynx nasal qu'il considère comme : héréditaires, pouvant apparaître avant l'âge de 7 ans et disparaissant vers 18 à 20; indépendantes de la scrofule, cause de troubles nerveux, asthmes, insomnies. M. Olivier n'admet pas sans conteste ces deux dernières propositions. — M. Le Dentu, rapporteur d'un travail de M. Para (de la Ferté-Alais), sur le traitement de l'endométrite par le curage et l'écouvillonnage, admet les propositions de l'auteur contre l'usage de la cautérisation au chlorure de zinc même employée prudemment et dans des cas spéciaux d'utérus très malades ou de femmes âgées, comme le soutient M. Poinçon. — Présentation par M. Guéniot d'un fœtus né à terme, mort à la suite d'extraction difficile par développement de l'abdomen causé par deux kystes du foie. Anomalies des doigts observées déjà chez d'autres enfants de la même mère. — M. Brouardel considère comme absolue la nécessité d'une loi sur la vaccination et la revaccination. Un vacciné a vingt six fois plus de chance d'échapper à la mort qu'un non vacciné. Les épidémies de variole donnent dans les pays où elles ont régné une immunité de 10 ans environ. La revaccination est donc nécessaire tous les 10 ans. La théorie de M. Le Fort relative à la liberté individuelle est insoutenable : l'intérêt général prime l'intérêt particulier.

Séance du 3 février 1891.

M. Le Dentu présente une pièce provenant d'un homme qui s'était tiré un coup de revolver à la tempe droite. D'après les symptômes, il avait localisé les lésions sur le pied de la deuxième circonvolution frontale gauche et même un peu sur la troisième. A l'autopsie le diagnostic a été confirmé. Si la trépanation avait eu lieu, le chirurgien serait arrivé à la bonne place. — M. Routier dans un cas d'ictère intense, avec vomissements incessants, état général très précaire à la suite de coliques hépatiques, a pratiqué la laparotomie exploratrice, ayant trouvé la vésicule non distendue, aucun calcul dans les canaux, par suite, n'ayant aucune indication à fistule, fermeture de l'abdomen. A partir de cette opération, cessation des vomissements, diminution de l'ictère, guérison. — M. Léon Colin rapporte que de 1883 à 1890, il n'y a eu dans l'année que 104 décès par variole. En 1888 on a pratiqué 308.540 vaccinations. Celles-ci, avec la vaccine animale et les précautions antiseptiques, n'offrent plus aucun danger. Son opinion est absolument conforme à celle des partisans de la vaccination et revaccination obligatoires, de la déclaration, de l'isolement et de la désinfection comme mesures prophylactiques de la variole.

Dr Ed. DE LAVARENNE.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 31 janvier 1891

M. Laveran présente des photographies d'hématozoaires du paludisme et d'hématozoaires du géai. — M. Ch. Féré obtient chez les épileptiques une tolérance exceptionnelle pour le bromure et le borax, en pratiquant chez ces malades l'antisepsie intestinale continue; il a fait par cette pratique disparaître de son service les éruptions bromiques et boriques. — MM. Déjerine et A. Thuilant font l'analyse d'un cas de syringomyélie suivi d'autopsie, dans lequel la sensibilité thermique était conservée au-dessous de 20° et abolie au-dessus de cette température. — MM. Cadot, Gilbert et Roger rapportent un cas de tumeurs blanches produites chez un lapin par inoculation péritonéale du virus de la tuberculose aviaire; ce cas s'est présenté isolé dans la série. — M. Malassez décrit divers perfectionnements qu'il a introduits dans la construction des seringues dont il se sert dans les recherches bactériologiques; il s'est attaché surtout à obtenir un jaugeage exact et une grande facilité pour la stérilisation sans perdre la simplicité de construction et de maniement des appareils primitifs.

Séance du 7 février 1891

M. Galezowski a constaté dans un cas de paralysie agitante un rétrécissement du champ visuel très accusé dans trois directions du champ et laissant intact le côté externe. — M. Vialt : Sur la quantité d'oxygène contenu dans le sang des animaux des hauts plateaux de l'Amérique du Sud. (V. C. R. 2 février 1891.) — M. Laborde a pu observer sur le dernier guillotiné, d'une façon très nette, un fait qu'il avait déjà plusieurs fois remarqué : la persistance de réflexes énergiques dans le tronc après la décollation, sans mouvements, respiratoires; on ne peut donc dire, lorsque les réflexes persistent ainsi, que c'est par suite de l'inhibition générale que les centres respiratoires supposés de la moelle cervicale n'exercent pas leur action. — M. d'Arsonval signale les services que peut rendre à la technique physiologique le procédé de platinage du verre de M. Cailliet. — MM. Mairet et Bosc ayant pu isoler la matière colorante de l'urine, ont constaté qu'une part considérable de la toxicité revient à cette matière colorante; ce serait elle en particulier qui ferait contracter la pupille. — M. Thoyer adresse une note sur la valeur digestive des divers acides.

L. LAPICQUE.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 6 février 1891.

M. le Secrétaire général lit une lettre où M. Desrozières fait remarquer qu'un appareil tout à fait semblable à l'ingénieux cyclostade de M. Thury décrit dans la dernière séance, a été proposé et construit, il y a déjà plusieurs années par M. Napoli. — M. Le Chatelier rend compte de ses recherches sur l'emploi des mesures de résistances électriques dans l'étude des transformations moléculaires du fer et de ses alliages. Il expose d'abord que les propriétés mécaniques des corps ne sont pas déterminées lorsque l'état chimique (composition, état moléculaire) et les tensions d'énergie (pression, température) sont définies; tous les corps sont formés d'agréats de cristaux dont la forme, la dimension, l'orientation peuvent varier à l'infini, et ces changements de structure interne entraînent des variations considérables dans les propriétés mécaniques, il semble possible d'arriver à suivre ces changements de structure par l'étude d'une propriété physique du métal qui se prête à des mesures rigoureuses : la résistance électrique. M. Le Chatelier examine ensuite en détail et séparément les nombreux alliages qu'il a ainsi étudiés; les conclusions auxquelles il arrive sont d'accord avec les résultats précédemment obtenus par MM. Osmond, Pionchon, Hopkinson. Dans le cas de l'a-

cier, par exemple, les mesures de résistance permettent de reconnaître l'état du carbone dans le fer, et même de doser, en quelque sorte, la proportion transformée dans les aciers trempés. — M. Cornu explique à la Société la méthode par laquelle M. Orto Wiener démontre la perpendicularité des vibrations lumineuses au plan de polarisation. La *Revue* a déjà exposé ces remarquables recherches. — M. Pellat présente au nom de M. Collet fils, un appareil de projection lumineuse, applicable aux machines de précision, à l'effet d'obtenir des pesées rapides. La modification apportée à la balance consiste à déplacer le centre de gravité du fléau de façon à diminuer la sensibilité, et par suite, à obtenir une vitesse d'oscillation plus grande; par des procédés optiques on augmente, au contraire, l'amplitude des oscillations. Au lieu d'observer les oscillations au microscope, on les projette sur un écran divisé, formant cadran, dont la division est vue par transparence.

LUCIEN POINCARÉ.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séances du 23 janvier et du 4 février 1891.

M. Zune présente divers appareils destinés aux analyses industrielles; un appareil pour obtenir rapidement les extraits secs à basse température, un spectroscopie servant en même temps de réfractomètre; il propose de déterminer les indices de réfraction des corps gras en les dissolvant dans l'alcool méthylique. — MM. Béhal et Choay ont obtenu par l'action du brome sur le chloralimide deux isomères stéréochimiques du corps $C_4H_6Az_2H_2O$ dont ils étudient les doublements. — M. Guillaume a étudié les variations des thermomètres à mercure; il indique une nouvelle méthode permettant d'effectuer exactement les corrections dues à la colonne émergente par l'emploi d'une colonne auxiliaire. — M. Villiers appelle l'attention sur le procédé de recherche de l'acide sulfurique dans les vins adopté au ministère de la justice, et montre que ce procédé fournit des résultats inexacts. — M. Lindet montre que, pendant la fermentation d'un moût sucré, les alcools supérieurs se produisent après l'alcool ordinaire et sont dus à la présence de ferments étrangers. — M. Horsin-Déon présente une théorie de *triple effet* qui lui permet de calculer les dimensions à donner à ces appareils. Il montre que la présence de l'acide carbonique dans la vapeur d'eau diminue le pouvoir condensant d'un appareil de chauffage à la vapeur. L'acide carbonique doit donc être éliminé par les procédés qu'il détaille. M. HANRIOT.

SOCIÉTÉ MATHÉMATIQUE DE FRANCE

Séance du 7 janvier 1891

M. d'Ocagne : Sur la liaison entre les expressions du rayon de courbure en coordonnées ponctuelles (cartésiennes ou parallèles) et en coordonnées tangentielles (plückériennes ou parallèles). — M. Vicaire : Sur les oscillations troublées d'un système matériel autour d'une position d'équilibre. Application à l'explication d'un phénomène qui s'observe dans le mouvement des locomotives.

Séance du 21 janvier 1891

M. Humbert : Détermination du nombre des systèmes de surfaces algébriques d'un ordre donné qui sont inscrites dans la surface de Kummer.

Séance du 4 février 1891

M. Laisant : Sur l'extension de la géométrie cartésienne aux figures imaginaires, au moyen de la méthode des équipollences. — M. Béghin : Démonstration arithmétique de l'impossibilité d'une fonction d'une seule variable à plus de deux périodes. — M. d'Ocagne : Sur une détermination particulière du centre de courbure des lignes planes. Application aux courbes algébriques d'ordre quelconque. Propriété générale de celles-ci.

MAURICE D'OCAGNE.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 22 janvier 1891

SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Wilde fait une communication sur la distribution asymétrique du magnétisme terrestre. Dans un précédent mémoire sur « les causes des phénomènes de magnétisme terrestre », il avait montré qu'en couvrant sur un globe terrestre tout l'espace occupé par la mer, d'une feuille de fer mince ou l'on a grossièrement découpé les contours des continents, on obtient un ensemble de lignes qui coïncide presque exactement avec les lignes asymétriques de déclinaison, déterminées par l'observation. On voit par là que la distribution irrégulière des continents et des mers à la surface de la terre est la cause principale de la distribution asymétrique du magnétisme terrestre. Les observations faites récemment sur la température des mers profondes ont mis en lumière ce fait important, qu'aux grandes profondeurs, la température du fond de l'océan est très voisine du point de congélation de l'eau. Certaines anomalies, relevées dans les observations faites avec le pendule pour déterminer la forme de la terre et la densité de son écorce dans les régions continentales et dans les régions océaniques, ont conduit M. Faye et d'autres géologues à la conclusion que les oscillations positives et négatives du pendule, constatées respectivement sur les terres et les mers, à des latitudes comparables, ne peuvent s'expliquer que par une plus grande épaisseur de l'écorce terrestre sous la mer. La proportion considérable de fer qui entre dans la composition de l'écorce terrestre a été bien établie par l'analyse des matières éruptives volcaniques de toutes les parties du globe. On sait aussi que les propriétés magnétiques du fer s'accroissent considérablement à mesure que la température s'abaisse, et décroissent rapidement aux hautes températures. L'auteur montre que la basse température du fond de l'océan et l'épaisseur de la couche ferrugineuse qu'il recouvre constituent les conditions précises qui sont requises pour produire dans les éléments magnétiques les différences que l'on peut mettre en évidence sur un globe terrestre dont toutes les mers sont recouvertes d'une feuille de fer. — M. Thomas Andrews fait une communication sur l'état passif du fer et de l'acier. La première partie de ce travail a paru dans les Proc. de la Soc. Roy. vol. 48, p. 116; l'auteur avait montré l'influence exercée par l'aimantation sur l'état passif du fer et de l'acier. Il a recherché depuis lors quel était l'effet de la température et de quelques autres conditions sur la passivité de ces métaux, traités par l'acide nitrique concentré. Les expériences ont montré que le fer forgé est moins passif dans l'acide chaud que l'acier doux (densité, 1,42); des observations sur l'influence exercée par l'acide nitrique à différentes concentrations montrent que le fer forgé est moins passif dans l'acide nitrique faible (densité 1,30) que la plupart des aciers essayés. L'acier Bessemer doux est, d'après les expériences, de passivité égale à celle du fer forgé.

Séance du 29 janvier 1891.

Le professeur Georges Darwin a fait la « Bakerian Lecture » sur la prédiction des marées. Il y a 50 ans, Whewell avait choisi le même sujet. On ne savait pas alors cependant que les marées de l'Atlantique septentrional, que nous observons, par exemple, en Europe, sont si anormales, qu'elles ne présentent presque aucune variation diurne. Cette anomalie rend suffisante une table où sont calculées les variations moyennes de quinzaine de hauteur et d'intervalle après le passage de la lune, augmentée de tables de correction pour la déclinaison et la parallaxe des corps perturbateurs. Mais, lorsqu'il y a une variation diurne considérable, comme c'est d'ordinaire le cas dans d'autres mers, les hauteurs et les intervalles sont très différents après les passages inférieur et supérieur de la lune : les deux moitiés de chaque lunaison diffèrent

beaucoup dans leurs caractères, et la saison de l'année a une grande influence. Aussi de simples tables, comme celles dont on peut se servir en l'absence de marée diurne, ne sont-elles, dans ce cas, d'aucun usage. Il n'y a pas de méthode arithmétique actuellement en usage, qui permette de construire une table spéciale de marées sans beaucoup de travail et de frais. La machine à calculer les marées, inventée par sir William Thomson en 1872, et employée par le gouvernement indien, permet de réduire beaucoup les frais de calcul, parce qu'elle fournit une courbe qui représente toutes les marées de n'importe quel port pour tous les jours de l'année, en quatre heures environ, mais l'instrument coûte fort cher et la publication des données fournies par les courbes atteint un prix si élevé qu'on ne peut s'en servir, ou tout au moins qu'on ne s'en sert pas pour les ports peu fréquentés. Aussi le professeur Darwin a-t-il imaginé une table générale des marées, applicable à tous les temps, à l'aide de laquelle quiconque a une connaissance élémentaire de l'*Almanach Nautique*, peut, en quelques minutes, calculer deux ou trois marées pour un jour donné. Ces tables sont faites de telle sorte qu'on peut aussi construire une table spéciale de marée pour n'importe quelle année, avec relativement peu de peine. Pour vérifier l'exactitude de la méthode, on a fait quelques comparaisons entre les temps et les hauteurs obtenus ainsi, ceux qu'avait fournis la machine sus-mentionnée et les marées réellement observées pendant certaines années déterminées. Les comparaisons ont montré, qu'avec des valeurs exactes pour les constantes des marées, les tables permettent de formuler d'excellentes prédictions, plus exactes même que les besoins de la navigation ne l'exigent.

Richard A. GREGORY.

présente plusieurs nouveaux sels de cuivre et de chaux de cet acide et montre comment l'acide anthranilique qu'il compare à l'acide salicylique, mène à la préparation synthétique de l'indigo. Enfin, il déduit l'orthophénylènediamide et l'acide orthoamidobenzoïque de la phthalidamide.

SCHOUTE,
Membre de l'Académie.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE BERLIN

Séance du 23 janvier 1891.

M. BÖRNSTEIN a examiné les observations barométriques faites aux stations météorologiques de Berlin, de Hambourg et de Vienne pour voir si la position de la lune a une influence sur la pression de l'atmosphère, surtout s'il est possible de constater un phénomène analogue à la marée de la mer. Le résultat de son travail est qu'un tel phénomène n'existe pas et que les observations de quelques stations littorales qui le constataient sont douteuses à cause de l'influence de la marée sur l'atmosphère. — M. KREICHGAWER a fait des pesées très exactes pour décider la question de savoir si par une combinaison chimique le poids des substances mises en réaction change ou non. Il a suspendu au fléau de sa balance deux flacons fermés hermétiquement qui contenaient du mercure, et dans un petit vase soudé à la lampe, du brome. Le volume des deux flacons était le même. Dans l'un des deux flacons on fit réagir le brome chimiquement sur le mercure en cassant par secousses légères le petit vase rempli de brome. La différence de poids des deux flacons était :

	I	II
avant la réaction	9.310	9.344
après la réaction	9.313	9.336

Le poids ne change donc pas.

Séance du 6 février 1891.

MM. ARONS et RUBENS se sont occupés de la détermination de la vitesse des ondes électriques dans des liquides diélectriques. Pour leurs mesures ils se servent de deux quadrilatères en fil de cuivre parallèles entre eux, dont les côtés représentent une longueur d'à peu près six mètres et dont le côté inférieure a une interruption. Chacun de ces deux quadrilatères est en contact à l'aide d'un fil métallique avec l'un des pôles du conducteur primaire. L'énergie des vibrations électriques dans les côtés de deux quadrilatères est mesurée à l'aide du bolomètre. Cet arrangement a l'avantage que les ondes électriques se propagent exclusivement dans l'espace compris entre les deux quadrilatères, de sorte que les observations sont indépendantes de l'influence du conducteur extérieur. Chaque quadrilatère représente une onde entière comme on l'a prouvé à l'aide du bolomètre. Si le contact qui mène au conducteur primaire se trouve exactement vis-à-vis de l'interruption du côté inférieur, on y observe un minimum d'énergie; c'est le point que M. Hertz a nommé le point d'interférence; la position change dès que la symétrie du système est altérée soit par des conducteurs soit par des capacités ou intèrcalés. Les auteurs prouvent d'abord qu'à l'aide des déplacements du point d'interférence on est en état de mesurer la vitesse des ondes dans l'air et dans les liquides diélectriques qui baignent les fils. Le rapport de ces deux vitesses donne la réfrangibilité des ondes électriques. Les valeurs qu'on a trouvées de cette sorte se rapprochent beaucoup de la racine carrée de la constante diélectrique des liquides mesurée par M. Hopkins et par MM. COHN et ARONS. Voici les valeurs :

	$\sqrt{\mu}$	u
Huile de ricin.....	2.19	2.05
Huile d'olives.....	1.78	1.71
Xylol.....	1.53	1.50
Pétrole.....	1.45	1.50

La célèbre proposition de Maxwell est donc confirmée avec une approximation tout à fait satisfaisante.

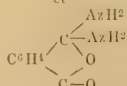
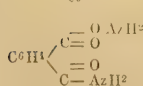
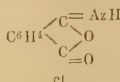
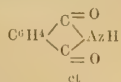
Dr HANS JAHN.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 31 janvier 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — MM. SCHOUTE et BIERENS de HAAN, nommés rapporteurs sur un mémoire de M. J. C. KLUYVER présenté dans la séance précédente du 28 décembre 1890, donnent un aperçu de ce travail intitulé : *Sur les tangentes d'inflexions d'une courbe R⁴ (courbe biquadratique gauche de première espèce)*. Ce mémoire contient des résultats nouveaux d'une haute importance déduits à l'aide des fonctions elliptiques *pu* et *qu* de M. WEIERSTRASS. Il sera publié par l'Académie. — M. J. de VRIES : *Les involutions dans le plan complexe*.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. LORENTZ s'occupe de la théorie du mouvement de l'électricité donnée par M. MAXWELL et développée par MM. HEAVISIDE et HERTZ. D'après quelques phénomènes bien connus, par exemple, l'expérience faite par M. FIZEAU du rayon de lumière tombant sur l'eau en mouvement, il suppose que l'éther est entraîné par le mouvement de la matière pondérable, ce qui le mène à une extension des équations obtenues par M. HERTZ. (*Annalen der Physik und Chemie* de G. Wiedemann, t. XLI, p. 369). — M. HOOGWERFF communique les résultats de recherches faites par lui-même et par M. VAN DORP sur l'influence des sels d'acide hypochlorique et hypobromique sur les imides. Les imides dont il s'agit sont la phthalimide et la phthalidamide, dont les formules synthétiques sont :



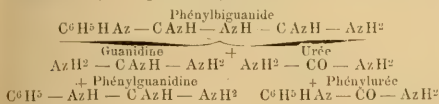
Dans une forme symétrique ou dans une forme asymétrique

Il décrit la déduction de l'acide anthranilique de la phthalidamide en partant de la formule asymétrique,

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

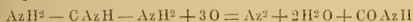
Séance du 22 janvier 1891.

SCIENCES PHYSIQUES. — M. Fr. **Emich** présente deux mémoires de chimie : 1° sur la biguanide; 2° note sur la guanidine. Le travail sur la biguanide renferme dans la première partie l'indication que ce corps forme par l'ébullition avec une solution de baryte de la guanidine et de l'urée; on a par exemple :



Dans la seconde partie l'auteur montre que la réaction de Herth produite jusqu'à présent avec les monamines primaires seulement (production d'ammoniaque et de dicyandiamide dans la formation de biguanide) a lieu tout aussi bien avec les bases secondaires (diéthyl et diphenylamine). Ces remarques auxquelles cette réaction conduit prouvent que la formule donnée par Bamberger pour la phénylguanidine et qui vient d'être écrite est bien la véritable. L'auteur décrit enfin quelques sels de diéthyl et diphenylbiguanide.

Dans le second mémoire on remarque les observations suivantes : 1° le picrate de guanidine forme un précipité jaune difficilement soluble qui peut servir à reconnaître et à doser cette base. Les cristaux de picrate de guanidine sont d'un aspect très caractéristique surtout après que l'on a repris par l'eau chaude. 2° Dans l'action de la guanidine sur une solution froide en excès d'hypobromite de sodium, les deux tiers de l'azote contenu dans la guanidine sont mis en liberté; la réaction est probablement la suivante :



On ne peut pas faire fermenter la guanidine, elle constitue un antiseptique faible.

Emile WEYR,
Membre de l'Académie.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séance du 1^{er} février 1891.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Tacchini s'occupe de la distribution en latitude des phénomènes solaires observés à l'Observatoire du Collège romain en 1890. Des tableaux relatifs à chaque trimestre donnent la fréquence des protubérances, des facules, des taches et des éruptions. En examinant ces tables, on arrive à la conclusion qu'en 1890 les protubérances furent, comme en 1889, plus abondantes dans l'hémisphère austral, et que la zone de la plus grande fréquence se trouve comprise entre -40° et -50° , tandis que pour les facules et les taches, la fréquence fut plus grande au nord. Les protubérances se montrèrent à des latitudes élevées, où l'on n'observe jamais ni facules, ni taches, ni éruptions, toujours rares à l'équateur. Les éruptions,

en petit nombre, restèrent dans la région des taches.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — Dans une autre note, M. Tacchini s'occupe encore de l'influence du vent sur les séismographes enregistreurs. Avec l'appareil à enregistrement photographique et continu, modifié par M. Agamennone, on a obtenu des tracés dont l'amplitude se montre en relation avec la vitesse du vent. Comme la tour du Collège romain est très solide et peu élevée, on doit admettre que le vent peut exercer son action sur des édifices plus petits et, en conséquence, sur les modernes appareils enregistreurs dont on mesure, à l'aide du microscope, les plus petites oscillations. Pour trancher cette question, M. Tacchini se propose de faire exécuter dans les principaux Observatoires géodynamiques, des observations continues avec l'appareil de M. Agamennone, qui présente une très grande sensibilité. — M. Tacchini entretient l'Académie du froid du mois de janvier à Rome, et il montre que le froid a été, pour le même mois, plus rigoureux en 1880. — MM. Oddone et Sella développent, dans une deuxième note, des observations et des considérations sur les roches magnétiques. Ils arrivent à la conclusion que, dans ces roches, le magnétisme ne présente pas une distribution en relation avec l'influence de la terre, ou qui conduise à penser que ces roches ont subi auparavant cette action, et qu'après, elles ont changé de place. La distribution du magnétisme dans les roches est très compliquée, très variable, et n'obéit à aucune loi. Les auteurs donnent les résultats de leurs recherches; ils observent que lorsqu'on veut faire la détermination des constantes du magnétisme terrestre, il est nécessaire de répéter les mesures sur une grande aire pour éviter les actions perturbatrices locales. Il faut encore abandonner les sommets rocheux, qui probablement ont été frappés par la foudre, et les terrains d'origine erratique ou alluvionale. — M. Del Lungo adresse un travail sur la pression et sur le volume spécifique des vapeurs saturées, et il fait une analyse des formules de Dupré, Regnault, Bertrand et Zeuner.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. Gartinì a trouvé dans les muscles du *Palamones varians*, vivant en grand nombre dans les eaux du Mincio près de Vérone, une espèce de Sarcoporidae, qui présente une grande analogie avec celle que M. Henneguy a découvert dans les muscles du *Palamon rectirostris*. Les Sarcoporidae ont la forme d'un kyste, allongé comme un fuseau, et ils contiennent huit corpuscules. M. Gartinì donne des détails sur l'état des fibres musculaires que contiennent ces parasites; il est d'avis que les fibres n'éprouvent aucune altération et que, à cause des inclusions, la substance musculaire est seulement étirée. En observant avec attention les sections exécutées sur des groupes de Sarcoporidae, on voit qu'ils présentent des différences, ce qui pourra servir à étudier la reproduction de ces parasites. Les Sarcoporidae ne sont donc pas restreints aux mammifères seulement, comme on croyait jusqu'ici, mais il n'y a aucun caractère bien défini pour les réunir avec les Myxosporidies.

ERNESTO MANCINI.

CHRONIQUE

LES RÉCENTES EXPÉRIENCES SUR LES PLAQUES DE BLINDAGE

Lorsque, en 1834, on construisit les premières batteries flottantes revêtues de cuirasses en fer de 11 centimètres et que Dupuy de Lôme créa la *Gloire*, on ne se doutait point alors de l'importance que prendrait plus tard le cuirassement à terre dans les forteresses, sous forme de réduits, de casemates protégées par des revêtements métalliques, de tourelles cuirassées : la construction des coupoles va de pair avec l'établissement des blindages de navires épais de 43 centimètres et pesant près de 4000 tonnes. L'emploi des cuirassements se généralisant ainsi, les études se poursuivent

plus acharnées sur les différents métaux à employer. Avant 1869, le fer seul était utilisé : M. Schneider donna alors l'exemple de l'emploi de l'acier. Bientôt on a créé le métal *mixte* ou *compound*, suivant le mot anglais, formé d'un sommier en fer assurant l'homogénéité, sur lequel on soude une couche d'acier très dur pour amener la rupture des projectiles ; on a multiplié les types, obtenant le métal doux, demi-dur ou dur : en marine notamment, où l'on doit particulièrement craindre les fentes entraînant les voies d'eau, on doit réserver les métaux malléables, du

moins dans les œuvres vives ou immergées. Enfin nous pouvons citer un nouveau métal, le *métal Schneider*, en acier fondu de qualité spéciale, offrant une résistance homogène.

En ces matières notre industrie semble présenter une supériorité assurée. Il y a deux années, des expériences concluantes ont été faites en Roumanie; plus récemment la Belgique, désirant semer de forts cuirassés le cours de la Meuse, tout en commandant les ouvrages à l'usine Cockerill de Seraing, a spécifié que le métal serait fourni par l'industrie française. Un autre exemple se présente.

Dans les premiers jours du mois d'octobre, ont eu lieu à Annapolis (Maryland) des épreuves de tir sur plaques de blindages d'origine européenne, pour décider quelles sont les meilleures plaques destinées à la protection des navires de guerre. On se servait, pour les épreuves, d'un canon rayé construit spécialement dans ce but à Washington; c'est une bouche à feu de 6 pouces (150 mm.) longue de 17 1/2 pieds (ou 5 m. 334); ses dimensions respectives assurent au projectile une forte vitesse initiale de 2075 pieds (environ 633 m.) à la seconde, avec une charge de 44 1/4 livres, environ 20 kilos de poudre; le projectile était de 100 livres (à peu près 45 1/3 kilogrammes), en acier forgé avec pointe en acier chromé, long de 17 pouces (432 mm) et de la fabrication de MM. Holtzer et Cie, de France.

Beaucoup d'officiers des armées de terre et de mer, ainsi que le secrétaire du ministre au département de la marine, assistaient à l'expérience. Trois plaques de même épaisseur ont été essayées, dont 2 en acier Schneider (l'une contenant une petite proportion de nickel) et un compound Cammell. Sur chacune des trois plaques éprouvées, on a tiré 4 obus. La plaque

mixte Cammell, au premier choc, a été brisée en fragments qui ont volé dans toutes les directions. Au contraire les plaques françaises ont résisté avec succès aux projectiles.

On a complété l'essai par une seconde expérience: cette fois, avec un canon de 8 pouces (200 mm.) et projectile de 210 livres (environ 95 kilogs), en acier forgé et chromé de Firminy. On a tiré, au centre de chaque plaque, un de ces obus, doué d'une vitesse de 564 mètres au choc. La première plaque Schneider fut tout juste pénétrée par le projectile, qui se brisa en trois morceaux, en produisant quelques fentes légères. Pour la seconde plaque (celle qui contenait du nickel) la pénétration fut à peu près la même; mais le projectile se brisa en menus morceaux, sans produire aucune fente. Quant à la plaque mixte anglaise, elle fut entièrement perforée, ainsi que le métal qui la supportait; la couverture d'acier était tombée et le projectile était demeuré entier.

En somme, en l'état, deux métaux sont en présence, le *compound* et le *Schneider*. Les essais obtenus en mainte occasion sur ce dernier paraissent supérieurs à ceux qu'on a pu obtenir sur le *compound*, principalement au point de vue de la pénétration; et c'est ce qui est le plus important peut-être, si l'on songe qu'actuellement l'artillerie cherche la fusée retardatrice. Avec cette fusée, le projectile pénétrerait le blindage et n'explèterait qu'après pénétration! Si la plaque ne résiste point et se trouve traversée, quels ravages le projectile ne pourra-t-il pas alors exercer derrière les cuirassements, que ce soient des tourelles de navires ou de forts. D'ailleurs le métal Schneider semble présenter double qualité: homogénéité et difficile pénétration.

D. BELLET.

NOUVELLES

LA PHOTOGRAPHIE DES COULEURS

La séance de l'Académie des Sciences du lundi 2 février 1891 a été marquée par un fait considérable dans l'histoire de la science: M. Lippmann a annoncé à l'Assemblée qu'il venait de découvrir le moyen de fixer sur une plaque photographique toutes les couleurs du spectre. Voici le principe remarquablement ingénieux sur lequel s'est appuyé l'éminent physicien:

Considérons un miroir parfait, dont la face réfléchissante soit recouverte d'une couche sensible *continue* et *exemple de grains*, ou tout au moins dont les grains, s'ils existent, aient des dimensions négligeables vis-à-vis de la longueur d'onde de la lumière: une couche de collodion et d'albumine, servant de *support* à la matière sensible, remplit parfaitement ces conditions.

L'onde réfléchie va interférer avec l'onde incidente, et produire, dans l'épaisseur même de la couche impressionnable, une succession de plans nodaux et ventraux, les uns brillants, les autres obscurs, séparés par un intervalle égal à $\frac{\lambda}{2}$. Sur les plans brillants, se déposera une couche d'argent réduit, qui, une fois l'impression fixée par les procédés de fixation usités en photographie, constituera un plan réfléchissant, distant du plan voisin d'un intervalle égal à $\frac{\lambda}{2}$. Cet intervalle variera naturellement avec la nature de la lumière incidente.

Dans l'épaisseur même de la couche photographique, il y aura donc des plans équidistants de $\frac{\lambda}{2}$, ou, si l'on veut, des lames minces d'une épaisseur de $\frac{\lambda}{2}$, condition précisément nécessaire pour donner la frange de la couleur correspondante, de sorte qu'en regardant

l'image par réflexion, on devra avoir l'impression de la couleur correspondante.

L'expérience a réalisé complètement les prévisions de M. Lippmann, qui a, du reste, présenté à l'Académie des Sciences des photographies de spectres solaires avec toutes leurs couleurs. Par transparence on voit le spectre complémentaire.

Tels sont les points principaux de la communication de M. Lippmann. Cette découverte donne la solution définitive, parce qu'elle est rigoureusement scientifique, du fameux problème de la photographie des couleurs, si longtemps et si vainement cherché par des procédés empiriques. Seebeck en 1840, Herschell en 1841, M. Ed. Becquerel en 1848, Nièce de Saint-Victor en 1851, Poitevin en 1865, ont fait dans ce sens des tentatives plus ou moins approchées; les épreuves de Poitevin sont sur papier, et ne reproduisent, d'une façon instable d'ailleurs, que les couleurs voisines du rouge. M. Becquerel a bien, à la vérité, obtenu sur une couche de sous-chlorure d'argent violet recouvrant une lame de plaqué d'argent un spectre complet; mais cette image n'est pas fixable, et disparaît par l'exposition à la lumière.

Il est facile d'expliquer l'instabilité de l'impression dans l'expérience de M. Ed. Becquerel: les plans d'interférence se produisent bien, comme dans l'expérience de M. Lippmann; seulement, au lieu de se produire dans la masse de la gélatine ou du collodion, formant une *charpente* destinée à les supporter, ils se produisent dans la substance sensible même: si donc on traite la plaque par un fixatif qui détruit les couches intermédiaires non efficaces, les plans réfléchissants s'effondrent les uns sur les autres, les franges des lames minces ne se produisent plus, et tout disparaît.

Alphonse BERGET, Docteur en sciences.

Le Directeur-Gérant: LOTIS OLIVIER

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LES ÉQUILIBRES CHIMIQUES

PREMIÈRE PARTIE : MÉCANIQUE CHIMIQUE; PRINCIPES EXPÉRIMENTAUX

La loi des proportions définies est la base d'une des branches de la Chimie, de celle qui s'est assurément le plus développée, parce qu'elle a trait à des phénomènes très apparents. On peut l'appeler l'architecture chimique, si l'on s'en tient au mode de représentation géométrique, connu sous le nom de théorie atomique. Les corps que l'on considère sont, ou des corps simples : hydrogène, oxygène, ou des composés définis : eau, acide carbonique; dans tous les cas, des corps d'une composition chimique invariable. Dans la Chimie, considérée à ce point de vue, on laisse de côté les phénomènes intermédiaires qui s'accomplissent quand un système chimique à un état déterminé, tel que le mélange gazeux d'hydrogène et d'oxygène, passe à un autre état déterminé, tel que l'eau.

Dans l'autre branche de la Chimie, la *mécanique chimique*, on étudie les états intermédiaires et les conditions dans lesquelles la succession de ces états intermédiaires se réalise. On le fait au même point de vue qu'en physique, lorsqu'on étudie les changements d'état des corps, la vaporisation, la fusion, etc. Ces changements physiques et les changements chimiques sont, d'ailleurs, soumis aux mêmes lois, et l'on admet généralement aujourd'hui qu'il n'y a pas lieu de scinder en deux sciences l'étude de ces deux ordres de changements. Nous donnerons donc à ces divers phénomènes la dénomination commune de phénomènes chimiques.

I

L'étude de la mécanique chimique a été abordée pour la première fois en France par Berthollet

REVUE GÉNÉRALE, 1891.

dans ses recherches sur les lois des doubles décompositions salines, et elle a été la raison de sa lutte contre les exagérations de l'école de Proust. Mais Berthollet n'a été qu'un précurseur, et il était réservé à Henri Sainte-Claire-Deville, par sa découverte des lois de la dissociation, et par les conclusions qu'il en a tirées, de fonder définitivement cette nouvelle branche de la Chimie. A la suite de cette découverte, M. Peslin et M. Moustier ont les premiers, en France, rattaché les changements chimiques aux changements d'états étudiés par Sir William Thomson et Clausius. Puis, les Professeurs Gibbs¹ en Amérique, et von Helmholtz en Allemagne, ont appliqué d'une façon systématique aux phénomènes de la Chimie les lois de la Thermodynamique. Plus tard, Van't Hoff et l'un de nous ont formulé quelques corollaires de ces lois générales, corollaires plus directement applicables aux

¹ J. Willard GIBBS. *On the Equilibrium of Heterogeneous substances*. Transactions of the Connecticut Academy, Vol. III, Part. I, p. 108, New-Haven (U. S.), 1876. — Le Professeur Gibbs a certainement de beaucoup la part la plus considérable dans l'étude des lois rationnelles de la mécanique chimique; mais le mémoire fondamental qui vient d'être cité a été rédigé sous une forme si générale et si abstraite, et avec un tel luxe de formules mathématiques, que la lecture en est peu attrayante. Aussi ce travail, bien que cité souvent de confiance, est à peine connu, et tous les extraits qui en ont été donnés sont incomplets, parfois même inexacts. Il en résulte que les résultats obtenus par le Professeur Gibbs ont dû être découverts à nouveau. Tel a été le cas de la loi d'isodissociation et celle du sens du mouvement chimique, données comme nouvelles par l'un de nous. Elles sont en réalité implicitement contenues dans les formules du savant professeur, mais personne ne les y avait aperçues jusqu'ici; à ce point même que l'on a été jusqu'à contester leur exactitude en invoquant l'autorité du Professeur Gibbs lui-même.

recherches de laboratoire, et rétablissant ainsi le trait d'union qui doit exister entre la pratique et la théorie pour que l'une et l'autre puissent se prêter un mutuel secours.

La mécanique chimique n'est elle-même qu'une branche particulière d'une science plus générale, semblable par ses raisonnements à la mécanique rationnelle; c'est la science des déplacements et de la transformation de l'énergie. Mais, laissant de côté ce point de vue un peu abstrait, nous nous attacherons spécialement, dans ce travail, aux résultats concrets, applicables spécialement à la Chimie.

Ces résultats n'ont pas seulement un intérêt théorique; ils ont aussi une grande importance pratique. Dans bien des cas, notamment lorsqu'il s'agit des procédés industriels, les réactions ne s'accomplissent pas entièrement, parce qu'elles sont limitées par la présence de corps, qu'on ne peut évacuer immédiatement et directement; dans d'autres cas, elles s'accomplissent avec une grande lenteur. Dans tous ces cas, les lois de la mécanique chimique trouvent une application directe. Dans le laboratoire, elles sont encore d'un utile secours, car elles permettent de prévoir le sens des réactions qui doivent s'accomplir, et la nature des composés stables qui se forment dans des conditions données; de plus, elles unifient des phénomènes, considérés trop souvent comme distincts ou nouveaux, et elles apportent ainsi une grande simplification dans la connaissance et la classification des réactions.

Le but de cette étude est de faire connaître aussi simplement que possible, mais sans rien sacrifier à la rigueur, les lois fondamentales nécessaires de la mécanique chimique, c'est-à-dire celles qui ne présentent rien d'empirique, soit qu'on puisse les déduire de lois plus générales dont elles constituent une nouvelle vérification, soit que, spécialement applicables à la Chimie, elles aient pour critérium unique l'expérience directe. Ces lois présentent un caractère de certitude aussi grand que le comporte l'état actuel de nos connaissances scientifiques; on ne saurait contester aujourd'hui leur exactitude sans révoquer en doute les lois fondamentales de la Thermodynamique.

On exposera les lois en question en écartant toutes les formules dont on a encombré sans nécessité la Thermodynamique et qui masquent si malheureusement le caractère presque évident de la science créée par Sadi-Carnot sur une pure intuition.

II

L'état sous lequel se présente un système chimique homogène ou non, se range nécessairement, au

point de vue mécanique, dans l'une des trois classes suivantes :

État de repos chimique.

État d'équilibre chimique.

État de mouvement chimique.

L'état de mouvement chimique est bien connu des chimistes, c'est l'état d'un système dans lequel des transformations s'accomplissent spontanément. C'est par exemple l'état d'un système composé d'une dissolution saline non saturée en présence d'un excès de sel, ou l'état d'un système composé d'eau et de vapeur d'eau non saturée, ou encore l'état d'un mélange gazeux d'hydrogène et d'oxygène porté subitement à une température élevée, capable de provoquer la combinaison.

La distinction entre l'équilibre et le repos est une notion relativement récente. Saisir cette distinction, c'est comprendre les principes fondamentaux sur lesquels repose tout l'édifice de la nouvelle science chimique. Aussi est-il nécessaire d'entrer dans des explications un peu détaillées, en faisant connaître d'abord ce qu'est le repos, puis précisant cette notion par celle de l'équilibre.

Repos chimique. — Une première étude des conditions dans lesquelles s'accomplissent les changements chimiques semble révéler l'impossibilité de classer et de relier ces conditions. Les réactions peuvent être produites dans des circonstances les plus diverses : variation de pression, de température, d'état électrique; rayonnement lumineux, calorifique, ou chimique; chocs, frottements, et autres actions mécaniques, etc. Il n'est pas jusqu'aux phénomènes de la vie qui ne déterminent des transformations, et les organismes les plus simples en apparence, tels que les ferments, ont cependant un effet chimique puissant.

Non seulement les causes des phénomènes chimiques sont variées; mais leur effet est aussi variable, et, pour ainsi dire, contradictoire. Ainsi la chaleur qui détermine la combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène, agit aussi pour décomposer l'eau.

Ces complications, ces contradictions ne sont qu'apparentes et disparaissent si l'on a soin de distinguer les causes directes des changements chimiques, des causes indirectes ou occasionnelles. C'est une distinction que l'on comprendra mieux par un exemple emprunté à la mécanique. Dans la manœuvre d'une sonnette à dé clic, servant au battage d'un pieux, le déclenchement du mouton de la sonnette rend possible le mouvement de cette masse, et la pesanteur agit pour produire ce mouvement. Le déclenchement et l'action de la pesanteur sont deux phénomènes qui comportent pareillement la mise en jeu de forces; mais les deux forces mises en jeu n'ont pas cependant la

même relation avec le mouvement du mouton. La première rend les mouvements possibles, mais c'est la seconde qui doit être regardée comme la cause déterminante. Aussi longtemps que la force qui fait marcher le déclit n'agit pas, le mouton est au repos. Il est au repos, non pas seulement parce qu'il ne se meut pas, mais encore parce qu'une augmentation de la force qui tend à produire sa chute n'entraînera aucun mouvement, tant que l'intensité de cette force ne sera pas suffisante pour rompre l'appareil d'enclenchement.

D'une manière générale le repos, en mécanique, est dû à ce que les forces actives, ou *puissances* qui peuvent produire le mouvement, sont inférieures aux forces passives, ou *résistances* qui, sans produire le mouvement par elles-mêmes, le peuvent modifier. Ces résistances proviennent soit de liaisons, telles que celles réalisées par un déclit, soit du frottement, de la viscosité, etc.

Or cette distinction entre les puissances et les résistances trouve son application en chimie. Il y a souvent, dans les systèmes chimiques, des résistances ou liaisons intérieures dont la nature nous est inconnue, mais qui se révèlent par les obstacles qu'elles apportent aux transformations. C'est à cause de ces résistances que l'hydrogène, le carbone, et les matières organiques ne se combinent pas à l'oxygène de l'air, aux basses températures, bien que l'état stable de ces systèmes, à ces températures, soit l'eau et l'acide carbonique.

La plupart des actions énumérées plus haut, variations de pression, de température, rayonnement, etc., ont pour effet de rompre les liaisons internes qui s'opposaient à toute transformation chimique. C'est ainsi qu'une élévation de température de 350°, ou que la présence de la mousse de platine, provoque la transformation en eau du mélange d'hydrogène et d'oxygène, que l'acide chlorhydrique se forme sous l'influence d'un rayon solaire agissant sur le mélange de chlore et d'hydrogène, que les ferments dédoublent le sucre en alcool et acide carbonique, que la présence de l'acide carbonique provoque l'oxydation du fer par l'oxygène de l'air, etc.

Dans tous ces cas, les actions qui se sont exercées sont suivies de transformations chimiques et cependant elles ne sont pas ce qu'on peut appeler la cause de ces transformations, car, après avoir détruit les liaisons, elles cessent d'intervenir. L'état final du système est indépendant de ces actions, et les énergies qu'elles mettent en jeu n'ont pas de relations déterminées avec les énergies déplacées par le changement chimique; elles sont, le plus souvent même, négligeables vis-à-vis de celles-ci. C'est ainsi que le travail nécessaire pour déclencher un mouton ou un marteau pilon n'est en rien

comparable à la force vive acquise par la masse du mouton ou du marteau pilon.

Les résistances chimiques ne s'opposent pas toujours complètement aux transformations; elles ne font parfois que les retarder et limiter la vitesse des réactions; celle-ci varie, en effet, beaucoup suivant la nature des systèmes. Dans les composés explosifs, la suppression des liaisons est brusque, et aucune résistance n'intervient pour retarder la transformation qui s'accomplit dans une durée extrêmement courte. D'autres fois, le même système se transforme très rapidement à une température élevée, très lentement à basse température; l'éthérification, qui s'accomplit en quelques heures à la température de 250°, demande des années pour s'accomplir à la température ordinaire.

La notion de liaisons ou de résistances chimiques entraîne la notion du repos chimique. Toutes les fois qu'un système contient de telles liaisons, la transformation ne peut s'accomplir si les facteurs qui la déterminent ne peuvent surmonter l'obstacle créé par les liaisons.

III

Dissociation. — Quand, sous l'influence de certains agents: chaleurs, lumière, ferments, etc., les liaisons sont rompues, le système sort du repos et prend un mouvement chimique. Mais ce ne sont pas là les seuls agents qui aient un effet chimique; nous avons fait connaître les résistances; il nous faut maintenant exposer ce que sont, dans l'état actuel de nos connaissances, les puissances, c'est-à-dire les causes directes, immédiates des phénomènes chimiques.

Quand il ne s'agit que de changements d'états, vaporisation de l'eau, fusion de la glace, ces causes sont depuis longtemps connues; ce sont les variations de pression, de température et d'état électrique. Or ce sont encore ces mêmes causes, et seulement ces causes, qui interviennent dans les réactions chimiques. Les expériences sur la dissociation ont simplement permis d'étendre aux systèmes chimiques proprement dits les lois des changements d'état; ajoutons qu'elles n'en constituent pas moins, dans l'ordre scientifique, une révolution comparable, par son importance, à la découverte de la loi des proportions définies.

La dissociation est un phénomène bien connu; il n'est pas inutile cependant d'en citer un exemple pour montrer quel en est le véritable caractère et en faire ressortir les analogies.

Soit, comme exemple, la dissociation de l'iodure de mercure. Supposons ce corps renfermé dans un récipient en verre dont le volume puisse varier, au moyen d'un piston par exemple, la pression étant maintenue constante. Si l'on élève la température

graduellement, le corps se volatilise, et la vapeur incolore ne subit d'abord aucun changement chimique; son volume augmente conformément à la loi de dilatation des gaz, en même temps que la chaleur absorbée suit une progression semblable. Mais vers la température de 500°, la vapeur commence à se colorer en violet, ce qui indique un commencement de décomposition et la mise en liberté d'iode à l'état de vapeur. Si l'on élève un peu plus la température, la proportion d'iode décomposé augmente, puis la composition chimique reste stationnaire, tant que la température ne varie pas.

Si, au lieu d'élever la température, on l'abaisse, c'est au contraire une combinaison d'iode et de mercure qui a lieu, et la proportion d'iode décomposé diminue. Aussi faible que soit une variation de température, il y a toujours une certaine quantité d'iode décomposé ou reconstitué, quantité qui est d'autant plus petite que la variation de température est plus faible et qui, autant que les mesures chimiques permettent de le constater, tend vers zéro quand la variation de température tend elle-même vers zéro.

Si au lieu de faire varier la température, on fait varier la pression en laissant la température constante, on constaterait des faits analogues.

Ces traits généraux de la dissociation ne s'observent pas seulement dans les phénomènes de simple décomposition, mais aussi dans des phénomènes plus complexes de substitution, de double décomposition, etc., comme le déplacement par le chlore du brome d'un bromure métallique, ou la réaction de la vapeur d'eau sur l'oxyde de carbone.

La dissociation nous montre donc que les vraies causes de la transformation chimique sont les variations de pression et de température. Du moins, ce sont avec les variations d'état électrique, les seules que nous connaissions. Tant que la pression, la température et la force électro-motrice restent constantes, un système chimique, même libre de toute liaisons intérieures, ne subira aucun changement. Mais dès que l'une de ces quantités varie, le système subit, en général, une transformation chimique, et la quantité de matière transformée dépend uniquement de la grandeur de la variation, quelles que soient les autres modifications des circonstances extérieures.

La *pression*, la *température* et la *force électro-motrice* sont donc trois facteurs ou causes des changements chimiques par dissociation, et, pour mieux marquer ce caractère commun, en même temps que pour simplifier le langage, nous les réunirons sous le nom de *Tensions*, en généralisant ainsi la signification de ce mot, appliqué usuellement aux efforts de déformations élastiques par allongement.

Équilibre chimique. — On peut, en résumé, expri-

mer comme il suit les lois de la dissociation :

1° L'état chimique d'un système est stationnaire quand les tensions extérieures : pression, température et force électro-motrice, ne varient pas.

2° Il y a une transformation chimique du système quand les tensions, ou l'une d'elles, varient, même d'une quantité infiniment petite.

Il est impossible de méconnaître, dans cet état stationnaire, un véritable cas d'équilibre d'une nouvelle espèce, mais comparable à un équilibre mécanique, thermique ou électrique. Ce n'est pas un cas de repos chimique, car lorsqu'il y a des tensions chimiques, c'est une variation *finie* des tensions qui détermine une réaction chimique, tandis que dans la dissociation, la variation la plus faible de pression, de température ou de force électro-motrice est suffisante pour entraîner une modification chimique du système.

La notion d'équilibre chimique est ainsi la conséquence directe des faits de dissociation.

Réversibilité chimique. — La dissociation est un phénomène *réversible*¹. L'expérience montre en effet que quand, après avoir fait varier une des tensions ou toutes les tensions, on les ramène à leurs valeurs primitives, le système reprend le même état chimique. Quand après avoir passé d'un état quelconque à un état différent, par voie de dissociation, un système repasse en sens inverse par les états intermédiaires, les tensions qui satisfont à l'équilibre reprennent leurs valeurs primitives.

Cette existence de la réversibilité dans les équilibres chimiques est indispensable pour qu'on puisse leur appliquer certaines des lois de la thermodynamique.

IV

Mouvement et déplacements chimiques. — On peut maintenant, grâce à la distinction qui vient d'être établie entre le repos et l'équilibre, faire une classification rationnelle des modifications de toute nature qui s'accomplissent dans un système.

1° *Changement physique.* — Ce système peut subir des modifications d'ordre purement physique (mécaniques, thermiques ou électriques), sans cesser d'être en état de repos chimique; il suffit pour cela que le système contienne des liaisons ou des résistances intérieures capables de s'opposer aux trans-

¹ La réversibilité implique l'équilibre, mais c'est une propriété distincte de la stabilité de l'équilibre. Un équilibre peut être stable sans que la succession des états d'équilibre soit réversible; c'est le cas des corps imparfaitement élastiques.

La réversibilité exprime ce fait que les valeurs des tensions qui satisfont à l'équilibre, pour un système donné, ne dépendent que de l'état du système, et un phénomène réversible n'est pas autre chose que la succession, l'ensemble des états d'équilibre des systèmes susceptibles de réversibilité.

formations chimiques. C'est ainsi qu'un mélange d'oxygène et d'acide chlorhydrique peut être comprimé, échauffé sans devenir le siège d'aucune réaction chimique. En général, la transformation chimique s'accomplit plus lentement que les changements mécaniques et thermiques, et quand les variations des tensions extérieures sont suffisamment rapides, le système peut être considéré, dans cet intervalle de temps, comme restant au repos chimique.

Dans ces changements, le système passe d'un état de repos à un autre état de repos, identique au point de vue chimique. Ces changements peuvent d'ailleurs être réversibles ou non, suivant qu'il y a ou non équilibre entre les tensions du système et les tensions extérieures.

2° *Mouvement chimique.* — Le même système à l'état de repos, c'est-à-dire hors d'équilibre chimique, pourra, s'il est abandonné à lui-même après qu'on a supprimé les liaisons qui s'opposent aux transformations, éprouver des modifications chimiques spontanées, phénomène qui n'est jamais réversible, puisqu'il ne consiste pas dans une succession d'états d'équilibre. Dans ce cas, le corps part d'un état de repos, pour se rapprocher d'un état d'équilibre. Ainsi le mélange d'oxygène et d'acide chlorhydrique, qui, chauffé à la température de 400°, reste à l'état de repos, entrera en réaction au contact d'une petite quantité d'oxyde de cuivre qui suffit pour annuler l'action des liaisons internes (procédé Deacon pour la fabrication du chlore); il se produit alors du chlore et de la vapeur d'eau.

Le retour d'un système à l'état d'équilibre par voie irréversible peut se faire dans des conditions différentes au point de vue des circonstances extérieures. Les deux cas les plus importants à considérer sont celui où le système chimique est isolé, et où la transformation chimique s'effectue à volume invariable et sans échange de chaleur avec l'intérieur (combinaison de $H + O$ en vase clos), et celui où le système est maintenu sous *Tensions fixes*: c'est-à-dire où la transformation chimique s'accomplit sans que la pression, la température et la force électro-motrice extérieures varient. C'est le cas de la plupart des réactions effectuées dans nos laboratoires.

Les quantités de chaleur et de travail dégagées ou absorbées par le fait de la réaction chimique dans une transformation s'effectuant à Tensions fixes sont appelées *chaleur latente*, *travail latent* à Tensions fixes. C'est cette chaleur latente que l'on mesure dans les opérations calorimétriques qui s'effectuent presque toujours à Tensions fixes.

3° *Dissociation.* — Un système chimique sans liaisons intérieures ou dont les liaisons ont été rompues

par un artifice convenable (action de présence, action de la lumière, etc.), et qui est par suite à l'état d'équilibre chimique, peut éprouver des modifications réversibles à la fois d'ordre physique et chimique. Ce sont en fait les changements subis dans la dissociation (dissociation de l'iodure de mercure, du carbonate de chaux, dissolution des sels, vaporisation de l'eau). Dans ce cas, l'état chimique du système varie avec son état mécanique, thermique et électrique.

Systèmes à tensions fixes de dissociation. — L'équilibre chimique peut être stable, et alors si l'une des tensions varie infiniment peu, le coefficient de dissociation varie d'une quantité infiniment petite, et sa valeur est entièrement déterminée pour des valeurs déterminées des Tensions d'équilibre; c'est le cas de la dissociation de l'iodure de mercure, de l'acide iodhydrique, etc. Il n'y a pas de cas d'équilibres chimiques instables; mais il y a des équilibres chimiques indifférents; toute variation d'une Tension entraîne alors la transformation chimique d'une masse finie du système, et le coefficient de dissociation peut varier, sans que les Tensions d'équilibre varient. De plus ces variations ont pour limite même, les états limites du système. C'est là la dissociation à Tensions fixes, où l'on peut faire passer le système d'un état chimique défini à l'état opposé, sans faire varier les tensions d'équilibre. Ainsi, l'eau peut être vaporisée complètement, par exemple à 100° et sous la pression 760^{mm}, et le carbonate de chaux peut être décomposé totalement dans les mêmes conditions de fixité des tensions, à la température de 812° et sous la pression 760^{mm}.

Dans ces systèmes à tensions fixes de dissociation, on observe, et c'est là ce qui constitue la loi des Tensions fixes, que les éléments libres homogènes qui composent les états intermédiaires du système (eau et vapeur dans le premier exemple cité; sel, acide et base dans le second exemple) conservent un état et une composition invariables, quel que soit le degré de dissociation. Mais toutes les fois que la transformation chimique a pour effet de faire varier l'état chimique des constituants homogènes du système, soit en créant ou supprimant des composés définis, soit en diminuant ou augmentant le titre des mélanges, soit en modifiant l'état d'aggrégation des éléments (condensation, cristallisation, etc.) l'expérience a fait reconnaître que les tensions d'équilibre varient avec le degré de dissociation. C'est le cas des *systèmes* totalement homogènes, tels que celui formé par la dissociation de la vapeur d'iodure de mercure, ou de *systèmes* formés de la juxtaposition d'éléments homogènes dont la composition peut varier. Tel est le cas de la dissociation du carbo-

nate de baryte; en effet le carbonate de baryte, sel fusible, dissout la baryte, en sorte que le système comprend un mélange dont le titre varie avec le degré de dissociation. De même une dissolution saline non saturée, dont la concentration est variable, aura à température fixe une tension de vapeur variable avec cette concentration.

L'existence des tensions fixes de dissociation n'a donc lieu que dans des cas particuliers d'équilibre chimique et n'a pas la généralité qu'on lui a souvent attribuée. Mais l'étude des systèmes à tensions fixes présente un grand intérêt, parce que, d'une part, tout système à tensions variables peut être considéré comme un système à tensions fixes, s'il s'agit d'un changement chimique infiniment faible, et que, d'autre part, les lois numériques des systèmes à tensions fixes sont les plus simples et les données numériques qui s'y rapportent, les plus faciles à recueillir. En outre, cette loi des tensions fixes formulée par M. Debray a été le point de départ de la majeure partie des recherches relatives à la dissociation qui ont été effectuées par les élèves de H. Sainte-Claire-Deville.

Du caractère de la dissociation à tensions fixes résulte cette conséquence que tout élément libre

homogène engagé dans un système en équilibre n'intervient pas par sa masse. On peut, dans le système, ajouter une certaine masse de cet élément, ou en enlever sans troubler l'équilibre; on peut faire varier, par exemple, la quantité de sel au contact d'une solution saturée, la quantité de chaux au contact du carbonate de chaux dissocié. Tandis qu'en mécanique la masse intervient dans l'équilibre, et est un facteur de la force mécanique, en chimie la masse est sans influence, et la force chimique d'un corps, c'est-à-dire sa capacité de réaliser un état d'équilibre, ne dépend pas de sa masse.

Dans les systèmes à tensions variables, dans les systèmes homogènes par exemple, toute variation dans les proportions de l'un des corps engagé dans un mélange détruit l'équilibre; en sorte que la densité apparente du corps (c'est-à-dire la densité du corps supposé occuper le volume total du mélange), est un facteur interne de l'équilibre; c'est ce que l'on appelle l'*action de masse*, expression impropre puisque la masse absolue du corps est sans influence sur l'équilibre.

(La fin prochainement.)

H. Le Chatelier,

Ingénieur en chef des Mines,

G. Mouret,

Ingénieur des Ponts et Chaussées.

LES IDÉES NOUVELLES SUR LES ÉCHINODERMES

Nos connaissances sur l'organisation des Échinodermes ont fait en ces dernières années des progrès considérables, et la morphologie générale du groupe peut être indiquée dès maintenant, au moins dans ses traits essentiels. Après avoir lu les importants travaux qui ont paru depuis dix ans sur ce sujet, on pourra bien reconnaître qu'il reste encore certains problèmes de détail à élucider; on remarquera que les idées de l'école française diffèrent sur des points importants de celles des naturalistes allemands et anglais; mais il est possible de prévoir un moment où l'accord se fera. Combien nos connaissances sont plus complètes qu'à l'époque, peu, éloignée cependant puisqu'elle remonte à quelques années à peine, où l'on croyait à l'existence d'un cœur et d'un système circulatoire, où l'on confondait ce système avec l'appareil aquifère! Nous ne pouvons rappeler ici les transformations successives des données classiques sur les Échinodermes, malgré tout l'intérêt que présenterait cette revue historique; nous nous proposons seulement d'indiquer, non pas tous les détails de l'organisation de ces animaux, mais seulement les traits de structure caractéristiques, de montrer sous quelle forme plus ou moins modifiée les mêmes dispositions fondamentales se retrou-

vent dans chaque classe, et de rechercher les renseignements que fournissent l'embryologie et la paléontologie réunies sur l'évolution du groupe.

I

L'embranchement des Echinodermes constitue l'un des groupes les plus naturels et les plus homogènes du règne animal. Sans parler, pour le moment, de l'organisation interne dont nous aurons à montrer l'uniformité remarquable, l'incrustation calcaire des téguments et la symétrie, ordinairement pentaradiée, sont des caractères qui frappent immédiatement, le dernier surtout. L'Asstérie (fig. 1) a cinq rayons; le Crinoïde (fig. 2, A et B) a cinq bras ramifiés; l'Oursin (fig. 3) constitue une sphère avec cinq bandes renfermant toutes les mêmes organes; et l'Holothurie (fig. 4) offre un corps cylindrique avec cinq bandes analogues. Quelle que soit la forme du corps d'un Échinoderme, il est toujours possible de faire passer par la bouche cinq plans verticaux également distants l'un de l'autre, et qui renferment les organes les plus importants; ce sont les plans radiaires ou *radius*, entre lesquels se trouvent cinq plans intermédiaires ou *interradius*.

La bouche est située au point de réunion des cinq rayons; souvent l'anus occupe une position diamétralement opposée et ces deux ouvertures correspondent aux pôles *oral* et *aboral* qui déterminent l'axe principal du corps¹.

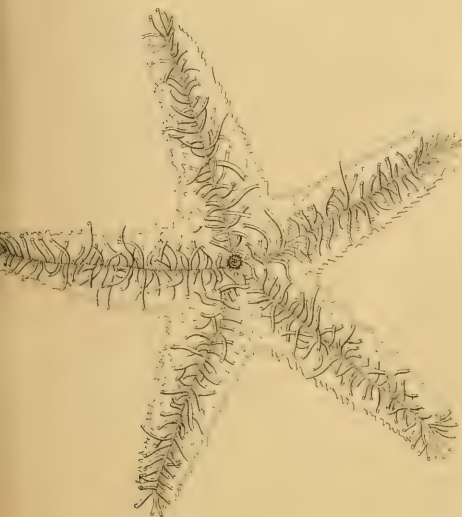


Fig. 1. — TYPE D'ASTÉRIE : *Echinaster sentus*.

Quoique la forme du corps des Échinodermes varie considérablement d'une classe à l'autre, on s'explique très facilement comment les différentes formes dérivent l'une de l'autre. Prenons, par exemple, l'*Oursin* que tout le monde connaît : son corps représente une sphère un peu aplatie vers l'un des pôles et cette forme voisine de la sphère caractérise tout le groupe des Échinides (fig. 3). Si l'aplatissement s'exagère beaucoup, l'axe principal deviendra très court et le corps sera discoïde; les rayons s'accroissant plus que les parties inter-radiaires et devenant des *bras*, on obtiendra une étoile comme chez les Stellérides ou Etoiles de mer (fig. 1). Ces bras sont excessivement longs chez les Ophiures, tandis que dans le groupe des Crinoïdes (fig. 2) ils se ramifient en même temps que la partie du corps opposée à la bouche donne naissance à une longue tige qui sert à l'animal à se fixer (fig. 2, A). Enfin si l'axe principal, au lieu de se raccourcir, s'allonge beaucoup, l'organisme

perd la forme globuleuse et devient cylindrique c'est ce qui arrive chez les Holothuries (fig. 4).



Fig. 2. — TYPE DE CRINOÏDE : *Pentacrinus asteria* Lin.

II

Une des particularités les plus caractéristiques des Échinodermes consiste dans leur appareil aqu

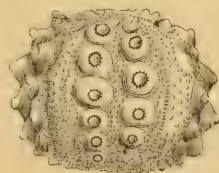


Fig. 3. — TYPE D'ÉCHINIDE : *Hemicidaris crenularis*.

fière. Cet appareil est situé près de la bouche; il entoure l'œsophage à la façon d'un anneau

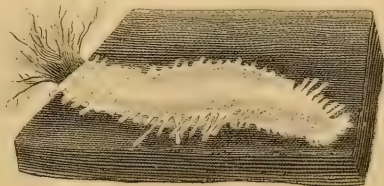


Fig. 4. — TYPE D'HOLOTHURIE : *Cucumaria pentacta*.

¹ La position habituelle des Échinodermes est d'avoir la bouche en bas; mais chez les Crinoïdes fixés, la bouche est dirigée vers le haut : il faut donc préférer, dans les descriptions, les termes *oral* et *aboral* à ceux de *ventral* et de *dorsal*.

(fig. 5, 6 et 7, *f. o.*). Cet anneau porte des branches radiaires (*f. r.*), qui fournissent des ramifications

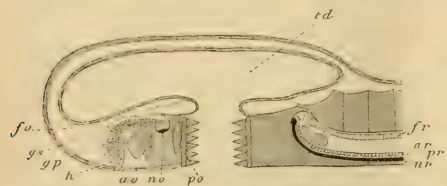


Fig. 5. — Coupe sagittale d'une Ophiure, d'après Köhler. — *f. o.*, cercle aquifère oral; *f. r.*, trones aquifères radiaires; *h.*, canal hydrophore; *a. o.*, cercle oral sous-ambulacraire; *a. r.*, cavité sous-ambulacraire-radiaire; *p. o.*, cercle oral plastidogène; *p. r.*, ses prolongements radiaires; *g. p.*, glande oïroïde; *g. s.*, son enveloppe; *n. o.*, cercle nerveux oral; *n. r.*, nerfs radiaires; *t. d.*, tube digestif.

latérales s'ouvrant à la base des tubes ambulacraires; l'eau ambiante pénètre dans cet appareil par un tube (*h.*) autrefois appelé *canal du sable*, qui s'ouvre sous la plaque madréporique criblée de trous, et provoque ainsi l'érection des tentacules¹.

L'importance phylogénétique de cet appareil est indiquée par son apparition précoce chez la larve.

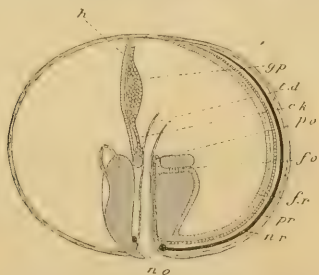


Fig. 6. — Coupe sagittale d'un Oursin régulier, d'après Köhler. — *h.*, canal hydrophore; *t. d.*, tube digestif (œsophage); *f. o.*, cercle aquifère oral; *f. r.*, ses prolongements radiaires; *p. o.*, anneau plastidogène oral; *p. r.*, ses prolongements radiaires; *c. k.*, canal de Köhler; *g. p.*, glande plastidogène ou madréporique; *n. o.*, cercle nerveux oral; *n. r.*, nerfs radiaires.

L'ébauche de l'appareil se constitue de bonne heure sous forme d'un anneau périœsophagien qui pousse rapidement un prolongement latéral; ce dernier ne tarde pas à s'ouvrir au dehors; il fonctionne dès lors comme canal hydrophore. Il conserve chez l'adulte les mêmes relations que chez la larve; il se complique seulement dans sa région distale par le développement de nombreuses ramifications secondaires qui traversent la plaque madréporique et s'ouvrent au dehors par des entonnoirs vibratiles. Le trajet du canal hydrophore

(fig. 5, *h.*) varie d'ailleurs suivant la position de la plaque madréporique qui peut être située sur la face orale ou sur la face aborale. Lorsqu'il existe plusieurs plaques madréporiques, on trouve aussi un nombre correspondant de canaux hydrophores; c'est ce qui arrive chez les Astéries à plus de cinq bras.

Cette augmentation des canaux hydrophores, tout à fait anormale chez les Astéries, devient la règle chez les Crinoïdes (fig. 7). Ici le système aquifère offre un haut degré de complication; mais on peut facilement se rendre compte des transformations à la suite desquelles il s'est établi. Tout d'abord il se forme chez la larve un seul canal hydrophore comme d'habitude, puis, à côté de lui, en apparaissent successivement d'autres qui vont tous s'ouvrir au dehors par des entonnoirs vibratiles. De plus la région moyenne de ces canaux se modifie étrangement: elle se développe, s'élargit, se cloisonne en tous sens, et entre en rapport avec des canaux dépendant de la cavité générale pour former un plexus intercalé entre les extrémités distale et proximale des canaux hydrophores, le *plexus labial* (fig. 7, *p. l.*). Le système comprend donc, en définitive, des entonnoirs vibratiles (fig. 7, *v.*) (extrémités distales des canaux hydrophores primitifs) amenant l'eau dans les cavités du plexus labial, dans lesquelles plongent à leur tour les *tubes hydrophores* (*h.*) qui partent de l'anneau aquifère (extrémités proximales de ces mêmes canaux).

Chez les Holothuries, la communication du canal hydrophore avec l'extérieur, qui s'établit chez la larve, s'oblitére chez l'adulte et le canal s'ouvre dans la cavité générale.

Le système aquifère constitue un appareil bien distinct et d'une étude facile, sauf chez les Crinoïdes, où on l'a méconnu pendant fort longtemps. Il n'en est plus de même de ces formations importantes, très caractéristiques, elles aussi, des Échinodermes, et dont on désignait autrefois l'ensemble sous le nom très impropre de *système circulatoire*. De combien de recherches ce prétendu système circulatoire a été l'objet, combien de descriptions différentes en ont été données, c'est ce qu'on imaginerait difficilement. Disons de suite que les formations décrites sous ce nom ne constituent pas moins de trois systèmes distincts.

Le premier système est composé de canaux en relation avec la cavité générale et comprenant un anneau œsophagien ou labial (fig. 5, *a. o.*) dans lequel s'ouvrent cinq branches radiaires (*a. r.*). Ces canaux sont placés en-dessous ou en dehors des vaisseaux aquifères: aussi M. Perrier leur a-t-il donné le nom de *cavités sous-ambulacraires*, mieux choisi que celui de *cavités péritonéales* sous lequel on les désignait jadis. Un diverticulum de l'anneau

¹ La dénomination de canal du sable, qui rappelle l'incrustation calcaire tout à fait anormale de ses parois, doit être remplacée par celle de *tube* ou *canal hydrophore* proposée par M. Perrier.

labial, formant une sorte de sac (*g.s.*) qui enveloppe la glande ovoïde, appartient aussi à ce système. Ces cavités constituent des gaines protectrices aux nerfs et à l'appareil plastidogène dont nous parlerons plus loin. Bien qu'elles communiquent avec la cavité générale, elles ont une origine embryogénique différente. La cavité générale s'établit aux dépens de diverticules de l'intestin de la gastrula : elle est d'origine *entérocalienne* ; les cavités sous-ambulacraires apparaissent au contraire sous forme de fentes, de lacunes, dans le tissu conjonctif, lesquelles s'organisent ensuite en canaux ; elles sont d'origine *schizocalienne* et entrent secondairement en rapport avec la cavité générale. Ces cavités

ment peut seule montrer la signification. Enfin, ces canaux peuvent acquérir une ouverture externe ; certains d'entre eux s'ouvrent sur les faces latérales ou dorsales du disque à l'aide d'entonnoirs vibratiles (*v'*) de tous points comparables à ceux dont nous parlions à propos du système aquifère. Il en résulte donc que les Crinoïdes



Fig. 8. — Coupe transversale d'une zone ambulacraire d'Echinide régulier, d'après Prouho; *n. r.*, nerf radiaire; *f. r.*, canal aquifère radiaire; *p. r.*, cordon plastidogène radiaire; *a. r.*, cavité sous-ambulacraire.



Fig. 7. — Coupe sagittale d'un Crinoïde (Comatule), d'après M. Perrier. Mêmes lettres que dans les figures précédentes; *g. c.*, parties endiguées de la cavité générale formant l'organe cloisonné; *d. n.*, anneau nerveux dorsal; *d. r.*, ses prolongements radiaires; *h.*, tubes hydrophores; *p. l.*, plexus labial; *p. g.*, plexus génital; *v.*, entonnoirs vibratiles conduisant dans le plexus labial; *v'*, entonnoirs vibratiles conduisant dans les cavités des bras.

peuvent d'ailleurs rester simples (Échinides) (fig. 8) ou se diviser en deux (fig. 9) par une cloison verticale (Astéries) ou horizontale (*c.*) (Ophiures, Holothuries), ou former un grand nombre de cavités secondaires. C'est ce qui arrive chez les Crinoïdes dont les bras renferment plusieurs cavités (fig. 10, *a. r.*) et chez lesquels l'anneau labial s'est transformé en un plexus labial; l'enveloppe de la glande ovoïde s'est creusée de canaux anastomosés qui forment le *plexus génital* (fig. 7, *p. g.*) et qui communiquent avec le plexus labial. De plus, les choses se compliquent chez les Crinoïdes par le cloisonnement de la cavité générale elle-même, qui se divise en nombreux compartiments, prend même par place une structure spongieuse (*g. c.*); aussi existe-t-il chez l'adulte un enchevêtrement inextricable de canaux qu'on appelait autrefois des vaisseaux, et dont l'étude du développe-

adultes possèdent deux sortes d'entonnoirs vibratiles : les uns (*v*), qui s'ouvrent sur la face orale, conduisent l'eau dans le plexus labial et de là, par les tubes hydrophores, dans l'anneau aquifère : ils correspondent aux canaux hydrophores primitifs; les autres (*v'*) conduisent l'eau, après un long circuit à travers les cavités du corps, dans les cavités sous-ambulacraires des bras.

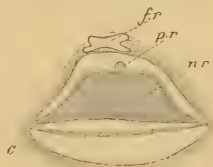


Fig. 9. — Coupe transversale d'un bras d'Ophiure, d'après Köhler; *n. r.*, nerf radiaire; *f. r.*, canal aquifère radiaire; *p. r.*, cordon plastidogène radiaire; *c.*, cloison divisant en deux étages la cavité sous-ambulacraire.

Chez les Holothuries et les Oursins, l'anneau labial a disparu.

III

Un autre appareil très important pour la physiologie de l'échinoderme est l'appareil *plastidogène*, qui donne naissance aux corpuscules figurés, ou *amœbocytes*, du liquide de la cavité générale. Cet appareil comprend une glande centrale volumineuse (fig. 5, 6 et 7 g. p.), appelée indifféremment *glande ovoïde*, *dorsale* ou *madréporique*, — c'était le cœur des anciens zoologistes — qui fournit un prolongement (fig. 6, c. k.) formant autour de l'œsophage un anneau particulier (p. o.), l'anneau de Ludwig, duquel partent cinq prolongements ou cordons radiaires (p. r.). Toutes ces parties sont renfermées dans les cavités sous-ambulacraires. La glande et ses prolongements radiaires présentent d'ailleurs la même structure : des trabécules conjonctives formant des mailles dans lesquelles sont logées des cellules. A mesure qu'elles se développent, les cellules se rapprochent de la périphérie, se chargent de pigment et se détachent de l'organe qui leur avait donné naissance pour tomber dans le liquide de la cavité générale sous forme d'amœbocytes. Cette formation d'éléments figurés a surtout son siège dans la glande ovoïde qui est l'organe plastidogène par excellence.

Il est important de remarquer que cet appareil est constitué par des formations pleines; cependant, en certains points, les mailles du tissu conjonctif peuvent s'élargir au point

de former de véritables canaux aparois irréguliers. L'appareil plastidogène offre sa plus grande simplicité chez les Stellérides. Chez les Échinides réguliers, l'anneau de Ludwig est élargi et creusé d'une cavité, et il est en rapport avec l'appareil absorbant. Il en est de même chez les Holothuries où l'anneau est diffus et très mal limité; ici la glande est atrophiée et n'est plus représentée que par une traînée cellulaire dans le mésentère dorsal. Chez les Crinoïdes, les dispositions sont plus compliquées. Outre les cordons radiaires qu'elle envoie dans les bras, la glande fournit un certain nombre de branches qui pénètrent dans les canaux du plexus labial, et s'y ramifient (p', fig. 7); l'anneau plastidogène est donc ici diffus et spongieux.

L'appareil plastidogène ne fournit pas seulement les corpuscules figurés du liquide de la cavité générale; il donne aussi naissance aux organes génitaux. Chez les Crinoïdes, les cordons radiaires des bras, autrefois appelés les *rachis génitaux*, envoient à droite et à gauche des branches qui pénètrent dans les pinnules et y constituent les organes génitaux. Chez les Astéries et les Échinides, c'est un prolongement de la glande ovoïde qui, chez la larve, constitue l'ébauche des organes génitaux; mais les connexions de ces organes avec la glande disparaissent de fort bonne heure et l'on n'en retrouve plus de traces chez l'adulte.

Les deux appareils que nous venons de décrire, l'appareil plastidogène et le système des cavités sous-ambulacraires, se présentent chez les Stellérides sous leur forme la plus simple et en quelque sorte la plus typique. Mais dans les autres classes, il vient s'y ajouter un système *absorbant* formé de lacunes développées dans les parois de l'intestin, et dont l'apparition cause des troubles plus ou moins profonds dans les dispositions primitivement simples des deux autres systèmes, avec lesquels il peut même enfiler en communication. Chez les Échinides, la disposition de ces lacunes et des canaux dans lesquels elles se déversent est très compliquée; mais ces canaux se réunissent en définitive en un canal qui s'ouvre dans le cercle plastidogène oral. Comme ce cercle est creux, les substances absorbées par les lacunes intestinales pourront le traverser facilement et de là elles pénétreront, par l'intermédiaire du canal appelé par M. Perrier *canal de Köhler* (fig. 6, c. k.), dans l'organe plastidogène, auquel elles fourniront les matériaux nécessaires à la formation des amœbocytes. Les systèmes plastidogène et absorbant possèdent donc en commun le même anneau œsophagien, et c'est grâce à cette circonstance qu'on a si longtemps confondu ces deux systèmes; mais il est fort important de les distinguer et de savoir que l'appareil absorbant ne fait qu'emprunter à l'appareil plastidogène son anneau œsophagien. De plus, l'appareil absorbant entre aussi en relation avec l'appareil aquifère par des communications qui s'établissent au niveau des vésicules de Poli chez les Réguliers, et de la glande ovoïde, à la suite d'une disparition partielle du tube hydrophore, chez les Irréguliers.

Chez les Holothuries, le système absorbant est très développé; il emprunte aussi à l'appareil plastidogène son anneau œsophagien, mais il ne paraît contracter aucune relation avec l'appareil aquifère. Chez les Crinoïdes, les parois de l'intestin renferment également de grandes lacunes qui se continuent dans les feuillets mésentériques et sont ainsi en communication avec les cavités des plexus

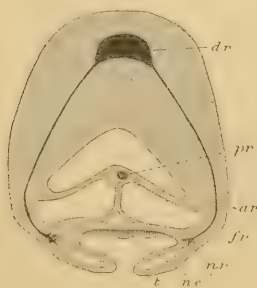


Fig. 10. — Coupe transversale d'un bras de Comatule, d'après Hamann. Mêmes lettres que dans les figures précédentes; n. e., système nerveux épithélial des bras; d. r., nerf dorsal des bras; a. r., cavités des bras dont l'ensemble répond au système des cavités sous-ambulacraires; t., testicule.

chez les Stellérides. Chez les Échinides réguliers, l'anneau de Ludwig est élargi et creusé d'une cavité, et il est en rapport avec l'appareil absorbant. Il en est de même chez les Holothuries où l'anneau est diffus et très mal limité; ici la glande est atrophiée et n'est plus représentée que par une traînée cellulaire dans le mésentère dorsal. Chez les Crinoïdes, les dispositions sont plus compliquées. Outre les cordons radiaires qu'elle envoie dans les bras, la glande fournit un certain nombre de branches qui pénètrent dans les canaux du plexus labial, et s'y ramifient (p', fig. 7); l'anneau plastidogène est donc ici diffus et spongieux.

labial et génital. D'autre part, ces dernières sont en communication avec les cavités sous-ambulacraires; aussi, par suite de l'établissement de ces connexions multiples, le système absorbant est-il moins distinct que dans les deux groupes précédents.

L'apparition de l'appareil absorbant chez les Echinodermes a donc modifié, à des degrés divers, les rapports entre eux et la séparation originelle des systèmes aquifère, sous-ambulacraire et plastidogène, qui est encore conservée chez les Stellérides. Mais quelles que soient les modifications qui surviennent, et malgré les connexions qui s'établissent secondairement, tous ces appareils n'en conservent pas moins leur autonomie. L'étude que nous en avons faite nous a montré qu'il ne saurait plus maintenant être question d'un système circulatoire chez les Echinodermes. Il y a un appareil destiné à produire les amœboocytes; un appareil absorbant qui apporte à celui-ci les substances assimilées; un appareil aquifère qui permet l'entrée et la sortie de l'eau de mer, c'est-à-dire l'extension ou la rétraction des tubes ambulacraires; enfin des lacunes schizocœliques ou des portions endiguées de la cavité générale formant des canaux ou des plexus, mais il n'y a ni sang, ni vaisseaux, ni système circulatoire, ainsi que M. Perrier l'a nettement indiqué le premier.

Les quatre appareils que nous venons de décrire sont absolument caractéristiques des Echinodermes, et l'on rechercherait en vain des dispositions analogues dans d'autres groupes; il était donc important d'en connaître les modifications dans les quatre classes de ce groupe. Quant aux autres appareils, leur importance est beaucoup moindre pour la morphologie générale du groupe; ils n'offrent guère qu'un intérêt descriptif et ils sont d'ailleurs suffisamment connus par les descriptions classiques. Je dirai cependant quelques mots du système nerveux qui a été fréquemment l'objet de descriptions inexactes et qui offre une évolution particulièrement intéressante.

IV

C'est chez les Astéries que le système nerveux offre la disposition la plus primitive et la plus embryonnaire: il est peu développé et encore peu distinct de l'épithélium. Il consiste en cinq rubans sous-épithéliaux radiaires qui partent d'un anneau sous-épithélial péribuccal. Dans les autres groupes, le système nerveux abandonne sa situation superficielle pour s'enfoncer dans les tissus sous-jacents, condition que fait déjà présager la migration, chez les Astéries, de cellules nerveuses dans la cloison médiane qui divise la cavité sous-ambulacraire. Le système nerveux offre la même disposition chez les Ophiures, les Échinides et les

Holothuries (fig. 5 et 6, *n. o.* et *n. r.*); mais chez les Crinoïdes, il est beaucoup plus compliqué. Il existe d'abord un anneau buccal avec branches radiaires (fig. 7, *n. o.* et *n. r.*) ayant la même disposition que dans les trois classes précédentes, avec cette différence que les branches radiaires sont doubles (fig. 10, *n. r.*). De plus il existe dans chaque bras, au niveau de la ligne médiane, un système nerveux sous-épithélial (*n. e.*) Les Crinoïdes offrent donc réunies les dispositions observées chez les Astéries d'une part, chez les autres Echinodermes d'autre part. Mais il existe en plus un gros anneau nerveux aboral (fig. 7, *d. n.*), envoyant de nombreuses ramifications dans les bras et dans le pédoncule. L'apparition de ce système nouveau est sans doute liée à la présence d'un pédoncule.

Le système nerveux a donc subi chez les Echinodermes un perfectionnement depuis les Astéries, chez lesquelles il garde une structure très simple, jusqu'aux Crinoïdes qui ne possèdent pas moins de trois systèmes nerveux. Mais si nous laissons de côté le cercle nerveux aboral et ses dépendances des Crinoïdes, qui représentent une formation tout à fait spéciale, nous voyons que le système nerveux, lui aussi, est composé chez les Echinodermes, de parties très semblables et disposées de la même manière.

En résumé, l'étude des systèmes organiques les plus importants et les plus caractéristiques nous révèle, dans tout le groupe de Echinodermes, une très grande conformité de structure. Tous les représentants actuellement vivants de ce groupe sont construits, non seulement suivant le même plan de structure radiaire, mais aussi suivant le même plan organique. Les différences les plus importantes que l'on observe d'une classe à l'autre sont ordinairement des modifications introduites secondairement (sauf bien entendu des différences dues, par exemple, à l'absence de système absorbant ou à l'état de simplicité du système nerveux), et elles ne viennent point troubler le plan de structure primitivement établi.

Les principaux phénomènes du développement restent identiques dans les différentes classes d'Echinodermes, et l'on trouverait difficilement dans le Règne animal un autre exemple d'une embryogénie présentant une aussi grande uniformité. Tous les Echinodermes sont des *Entérocoéliens*, c'est-à-dire qu'après une segmentation totale il s'établit un gastrula par embolie avec deux diverticules entérocoéliens; mais ce qui caractérise le groupe, c'est qu'une seule de ces vésicules formera la cavité générale, tandis que l'autre formera l'appareil aquifère. A partir du stade gastrula, les larves prennent les formes de *Pluteus*, *Bipinnaria*, *Auricularia*, etc., caractéristiques des différents groupes

et ne différait, en somme, les unes des autres que par la disposition des bandes ciliées ; elles perdent leur symétrie bilatérale pour acquérir la symétrie radiaire et subissent une métamorphose profonde dans les détails de laquelle nous ne pouvons entrer.

Or, malgré les ressemblances que présentent entre elles, dans leur organisation et leur développement, les différentes classes d'Echinodermes, et sur lesquelles nous venons d'attirer l'attention, il n'en est pas moins fort difficile de les rattacher les unes aux autres par un lien phylogénétique et de nous rendre compte de l'évolution du groupe. La difficulté tient à ce que l'embryologie ne nous fournit à cet égard aucun renseignement précis, et à ce que les données fournies par la paléontologie ne peuvent avoir l'importance qu'elles auraient, n'était une circonstance qui rend leur interprétation beaucoup plus délicate. C'est qu'en effet la morphologie externe des Echinodermes et la disposition des plaques du test ne sont pas du tout en accord avec la morphologie interne : ainsi nous trouvons les plus grandes ressemblances anatomiques entre les Astéries et les Ophiures, tandis qu'il est impossible d'homologuer d'une manière satisfaisante certaines de leurs plaques. Or le groupe le plus ancien des Echinodermes, celui des Cystidés, ne nous est connu que par des restes fossiles ; et non seulement nous ne connaissons pas leur organisation, mais même nous trouvons sur leur test des structures particulières, des ouvertures, que nous ne pouvons rapporter à des appareils connus chez les autres Echinodermes. Et qui nous dit que ces formes que nous considérons comme voisines, à les juger par leurs caractères extérieurs seuls, ne différaient pas l'une de l'autre par leur organisation interne ? Si nous ne connaissions les Crinoïdes qu'à l'état fossile, nous ne supposerions certes pas que leur organisation est plus compliquée que celle des Échinides, qui cependant ont fait leur apparition longtemps après les Crinoïdes. Est-ce à dire qu'il faille pour cela renoncer à chercher, et surtout à trouver, des liens de parenté entre les cinq classes d'Echinodermes connues ? Non, incontestablement, et je veux en terminant cet article, examiner rapidement les renseignements que nous fournissent à cet égard, l'embryologie et la paléontologie.

V

L'anatomie comparée et l'embryologie mettent toutes deux en lumière un fait important, c'est que tous les Echinodermes actuellement vivants descendent d'une souche unique : le fait est maintenant indéniable. Mais quel a été cet ancêtre unique, qui, bien entendu, n'existe plus actuellement ? La réponse la plus satisfaisante à cette

question a été fournie par Semon. Cet auteur a montré que toutes les larves d'Echinodermes, avant d'acquérir leurs caractères différentiels, passaient toutes par un même stade auquel il donne le nom de *Pentactula* (fig. 11).

Cette phase est caractérisée par la présence d'un tube digestif dont l'ouverture antérieure est entourée de cinq tentacules (les tentacules primaires), d'un anneau aquifère envoyant des branches dans les tentacules, et d'un tube hydrophore qui s'ouvre au dehors par un pore dorsal, enfin par la présence d'un anneau nerveux. La constance du stade *Pentactula* dans tout le groupe doit le faire considérer comme un stade palingénésique, et Semon en conclut que tous les Echinodermes ont eu pour ancêtre la même forme primitive représentée dans l'ontogénie par la *Pentactula* et à laquelle il donne le nom de *Pentactœa*. Cet ancêtre unique a fourni toutes les classes d'Echinodermes qui s'en sont détachées en direction divergente, car l'anatomie comparée, pas plus que l'embryologie ne permet de rattacher les Holothuries aux Échinides, les Crinoïdes aux Astéries et aux Échinides par des liens de descendance. Cette *Pentactœa* devait avoir avec les larves des autres Entérocoéliens, du *Balanoglossus* et des *Chordata* en particulier, des relations très étroites, mais qu'il nous est absolument impossible de préciser actuellement.

L'étude de l'organisation et du développement des Echinodermes permet donc de reconstituer l'ancêtre *hypothétique* du groupe. La Paléontologie à son tour, et dans un tout autre domaine, nous fournit des données qu'on ne peut comparer avec celles de l'embryologie puisqu'il s'agit d'un ordre de faits tout différent, mais qui, tout au moins, ne sont point incompatibles avec elles.

On a admis pendant longtemps que les Crinoïdes — auxquels on rattachait, comme sous-ordre, les Cystidés — étaient les ancêtres de tous les Echinodermes. Loven en particulier a cherché, avec un grand talent, à homologuer l'appareil apical d'un Échinide avec celui d'un Crinoïde. Mais cette manière de voir ne s'appuie que sur un petit nombre de preuves paléontologiques, et, de plus, la complexité anatomique que nous avons rencontrée dans l'organisation des Crinoïdes, en ce qui concerne particulièrement le système nerveux, l'appareil aquifère, etc., s'oppose absolument à ce qu'on

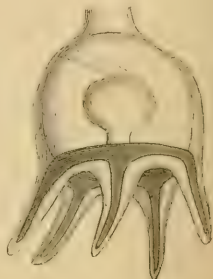


Fig. 11. — Larve *Pentactula*, d'après Semon.

fasse de cette classe la souche des autres Échinodermes. A ce point de vue, il serait plus rationnel de considérer les Astéries, comme le type le plus primitif puisqu'elles offrent l'organisation la plus simple; de plus les Astéries se retrouvent jusque dans les terrains les plus anciens. D'ailleurs cette hypothèse a été maintes fois développée; elle est abandonnée aujourd'hui.

Les études paléontologiques les plus récentes ont montré que les Échinodermes ne constituent pas, par leur ensemble, une série linéaire, et ce résultat est parfaitement d'accord avec les résultats fournis par l'embryologie et l'anatomie comparée. Il existe cependant un grand nombre de formes de passage, mais ce sont les Cystidés qui représentent en quelque sorte le point commun vers lequel convergent tous les types de transition. La connaissance de ce fait important est due en grande partie aux recherches de Neumayr qui s'est appliqué à faire ressortir les liens qui unissaient les Cystidés aux autres classes d'Échinodermes. Ainsi que l'a montré ce savant, les Crinoïdes se rattachent par le *Cystocidaris*, et les Stellérides par le *Palæodiscus*, aux Cystidés dont le test est formé de plaques nombreuses et irrégulièrement disposées tels que l'*Agelacrinus* et le *Mesites*, tandis que les Cystidés à plaques peu nombreuses et régulièrement disposées sont reliés aux Crinoïdes par le *Porocrinus* et l'*Hibocystites*, et aux Blastoïdes par les genres *Codonaster* et *Asterosblastus*. Il est à remarquer que toutes les formes de passage que nous connaissons appartiennent aux terrains les plus anciens, et qu'on n'en trouve aucune dans les terrains plus récents, circonstance qui vient encore justifier la valeur que nous accordons à ces formes. C'est donc avec raison que Neumayr a exprimé dans le tableau suivant les relations de parenté des cinq classes d'Échinodermes.



Les Crinoïdes se sont détachés des Cystidés les premiers, et à une époque certainement très reculée, car les deux groupes nous apparaissent presque en même temps dans les terrains les plus anciens. On remarque que dans ce tableau il n'est pas question des Holothuries. C'est que ces Échinodermes, manquant de squelette cohérent, et dont les téguements ne renferment que des corpuscules calcaires isolés, ne sont guère susceptibles de conservation; leur parenté avec les autres groupes reste donc incertaine. Certaines formes encore actuellement vivantes présentent cependant un squelette assez développé et qui rappelle celui des Cystidés, les *Psolus* par exemple, et il est possible que l'origine

des Holothuries puisse être rapportée à ce même groupe.

Les premiers Échinodermes qui ont apparu à la surface du globe devaient être des animaux fixés. Ainsi les Cystidés présentent presque tous un pédoncule, et les restes de formes que nous considérons comme libres sont fort rares. De plus les formes qui se sont détachées ensuite des Cystidés possédaient également un pédoncule; ainsi non seulement les Crinoïdes fossiles, mais encore un grand nombre de Crinoïdes actuellement vivants sont fixés, et les genres qui n'ont pas de pédoncule à l'état adulte en possèdent un pendant leur développement. Certaines Astéries offrent un prolongement de leur face dorsale à l'aide duquel elles se fixent aux corps étrangers, et qui est de tous points comparable au pédoncule des Crinoïdes: tels sont les *Caulaster pedunculatus* que nous a fait connaître M. Perrier et les *Hyaster mirabilis* étudiés par Danielssen et Koren. Or les Crinoïdes et les Astéries sont les deux classes qui se sont détachées le plus anciennement des Cystidés; chez les Echinoides et les Holothuries qui sont plus récents, on ne connaît pas un seul exemple de forme pédonculée.

Cette fixation a été un phénomène si général et si constant qu'elle a très bien pu avoir une certaine influence sur l'organisme tout entier et la disposition des parties. Semon a même cherché à montrer que la fixation seule avait déterminé le changement de symétrie bilatérale en symétrie radiaire. Mais on doit convenir que cette explication n'est pas du tout satisfaisante, et dans l'état actuel de la science, il nous est malheureusement impossible de trouver une explication à cette symétrie radiaire qui nous apparaît si brusquement dans le groupe des Échinodermes. C'est bien là la raison pour laquelle ce groupe nous semble isolé et sans lien génésique avec le reste du Règne animal, car c'est évidemment la connaissance des causes qui ont déterminé cette symétrie pentaradiée, à laquelle est subordonnée toute l'organisation, qui sera pour nous la clef des affinités des Échinodermes. L'embryologie et la paléontologie ont pu nous fournir quelques données précieuses sur les relations entre elles des différentes classes; ces données sont encore bien incomplètes: au moins en concluons-nous à une unité d'organisation et à une forme ancestrale commune de laquelle se sont détachées, en divergeant, toutes les classes du groupe. Mais ces deux sciences restent absolument muettes sur tout ce qui concerne l'origine du groupe lui-même.

R. Köhler,

Chargé d'un Cours complémentaire de Zoologie
à la Faculté des Sciences de Lyon.

REVUE ANNUELLE D'ASTRONOMIE

Dès que Daguerre eût fait connaître son procédé de photographie au mercure, en 1839, on fit diverses tentatives pour l'appliquer à l'astronomie. Les progrès furent d'abord très lents, surtout jusqu'à la découverte du procédé au collodion (1851); mais dès lors tous les perfectionnements qui ont augmenté la sensibilité des plaques ont en même temps élargi le champ de la photographie astronomique.

Enfin la découverte, récente encore, des plaques si sensibles au gélatino-bromure d'argent, vient de modifier profondément diverses méthodes d'observation, et même nous a révélé des astres qui par leur faiblesse échappent à notre œil. Non point que la plaque photographique soit, comme on le dit quelquefois à tort, plus sensible que la rétine; elle l'est même beaucoup moins, mais parce qu'elle utilise un élément nouveau, le temps; cet élément, presque sans importance pour l'œil, permet au contraire à la plaque sensible (qui emmagasine l'énergie lumineuse envoyée pendant de longs intervalles) de compenser et au-delà sa moindre sensibilité, et de révéler ainsi des objets que l'œil ne perçoit qu'à l'aide d'instruments beaucoup plus puissants. Aussi nous consacrerons cette revue principalement à la photographie astronomique, aux grandioses projets qu'en ce moment même elle permet d'entreprendre et aux découvertes dont elle vient d'enrichir la science.

Ainsi limitée, cette revue pourrait paraître trop restreinte, mentir même à son titre; mais il n'en sera rien à cause de la multiplicité des circonstances où l'on a appliqué avantagusement la photographie à l'astronomie. D'ailleurs nous parlerons d'abord de deux questions importantes, partiellement élucidées en 1890 et auxquelles la photographie est jusqu'ici restée étrangère : la *rotation de Vénus* et la *variabilité des latitudes terrestres*.

I. — ROTATION DE VÉNUS

L'observation de cette planète, toujours voisine du Soleil, présente de véritables difficultés, et c'est à grand'peine qu'on y découvre de temps à autre un repère dont le déplacement révèle le mouvement de rotation. Herschel lui-même s'efforça vainement de saisir quelque indice permettant de se prononcer sur sa durée de rotation. Aussi les résultats obtenus par les astronomes depuis deux siècles sont-ils complètement contradictoires : Jean Dominique Cassini (1667) avait trouvé 23 jours pour la durée de rotation de Vénus sur elle-même. Les observations de Bianchini (1728) et celles de Flaugergues (1822) conduisirent à une durée d'environ 24 jours. Jacques Cassini (1732), ayant repris

la discussion des observations de son père et celle de Bianchini, trouva qu'elles étaient représentées par une période de 23 h. 20 m.; ce nombre fut alors accepté définitivement, passa dans les traités d'astronomie et se perpétua d'autant mieux jusqu'à nos jours qu'il parut confirmé par les observations de Schroeter (1793 et 1796), puis par celles des astronomes du Collège romain, qui donnaient cette durée à un dix-millième de seconde près.

En 1877, M. Schiaparelli à son tour essaya de saisir quelques détails sur Vénus, qu'il observa non dans le crépuscule, comme on le faisait généralement avant lui, mais en plein jour, même quand la planète était voisine du Soleil. La comparaison des nombreux dessins fournis par les observations qu'il a poursuivies pendant plus de dix années, lui a montré que la rotation de Vénus est très lente : elle doit être égale au temps de sa révolution autour du soleil qui est d'environ 225 jours.

Cette durée de rotation a été confirmée par les observations faites du 15 mai au 4 octobre 1890 à l'Observatoire de Nice par M. Perrotin, qui trouve que la véritable durée de rotation de Vénus ne peut pas différer de plus de 30 jours de la durée de sa révolution sidérale (225 jours), c'est-à-dire serait comprise entre 195 et 255 jours : on voit que nous sommes encore loin de la précision des fractions de seconde, avec laquelle on croyait avoir fixé autrefois la durée de rotation voisine de 23 heures.

II. — VARIATION DES LATITUDES

Si l'axe idéal autour duquel tourne la terre en 24 heures venait à se déplacer dans l'intérieur du globe, il en résulterait un changement de position des pôles géographiques, qui sont les points de la surface par lesquels passe cet axe idéal. Ce déplacement de l'axe de rotation entraînerait donc nécessairement le changement de distance de tous les points de la terre aux pôles, à l'équateur, c'est-à-dire le changement de leurs latitudes. Or on conçoit sans peine l'importance d'une variation de latitude de 10° ou 15° par exemple, puisque suivant le sens de ce changement Paris se trouverait transporté sous le climat de la Norvège ou sous celui de l'Algérie. Mais hâtons-nous de dire que des variations de cet ordre ne sont pas à prévoir; même les observations les plus précises n'ont pu mettre en évidence un changement progressif et certain. Cependant M. Nyrén a trouvé, par l'ensemble des observations de Pulkova, l'indice d'une variation de latitude qui pourrait monter en cent ans à 1", ce qui correspond à 30 mètres suivant le méridien. Un tel changement est actuelle-

ment sans importance au point de vue climatologique; mais il n'est pas négligeable pour les besoins de l'astronomie, qui détermine aujourd'hui les positions des astres à $0^{\circ},1$ près, et qui a besoin de connaître à chaque instant la latitude du lieu d'observation avec une précision au moins égale. De là toute l'importance que l'on attache à cette question de la variabilité des latitudes.

Déjà, en 1865, M. Gailliot avait déduit des observations faites à Paris de 1856 à 1861 une variation annuelle de la latitude, le maximum correspondant à l'été, le minimum à l'hiver, et l'amplitude de l'oscillation autour de la valeur moyenne étant de $\pm 0^{\circ},25$.

Au Congrès géodésique de Rome, en 1883, M. Fergola attira de nouveau l'attention sur la variabilité des latitudes et proposa un plan d'étude qui fut approuvé par ce congrès, mais qui ne reçut pas même un commencement d'exécution.

Des observations faites de 1884 à 1886 par M. Küstner à Berlin, pour déterminer le coefficient de l'aberration annuelle, conduisirent pour ce coefficient à une valeur qui parut inadmissible; et l'on ne vit d'autre explication de cette anomalie que l'hypothèse d'une variation de la latitude de Berlin. Devant ce résultat les observatoires de Berlin, Potsdam, Prague et Strasbourg, se concertèrent à partir de 1889 pour déterminer fréquemment leurs latitudes respectives suivant une méthode uniforme: les observations ainsi faites en 1889 et 1890 ont conduit à un résultat analogue à celui qu'avait obtenu M. Gailliot en 1865. On a également discuté à nouveau les anciennes déterminations de latitude de Greenwich, de Pulkova, etc., et presque toujours on a trouvé une variation de la latitude avec les saisons; de sorte que, malgré quelques discordances, le fait même de la variation se trouve à peu près définitivement établi.

Mais quelle en est la cause? Deux explications très admissibles ont été proposées:

1^o La variation serait *réelle* et l'axe de rotation se déplacerait à l'intérieur de la terre, sous l'influence des phénomènes météorologiques, qui ont pour effet de transporter d'un point à un autre de la surface du globe des masses considérables d'air ou d'eau sous ses divers états.

2^o La variation ne serait qu'*apparente* et due à ce que nous observons nécessairement les étoiles à travers l'atmosphère, dont la constitution peut ne pas répondre toujours et complètement aux hypothèses sur lesquelles est basée la théorie de la réfraction. Cette théorie suppose en effet une constitution parfaitement régulière de l'atmosphère, un état de repos qui n'est jamais complètement réalisé.

La question est donc loin d'être résolue; mais

elle attire de plus en plus l'attention et sans doute dans peu d'années on aura le mot de l'énigme.

III. — PHOTOGRAPHIE CÉLESTE

Les premières lunettes servirent tout d'abord, paraît-il, à regarder la Lune et c'est de là que dérive leur nom. La Lune est également le premier objet céleste dont on ait obtenu l'image par la photographie.

Dans l'année même (1839) où Daguerre fit connaître son procédé de photographie au mercure, il essaya de fixer l'image de notre satellite; mais, malgré une pose prolongée, il n'obtint que des résultats bien imparfaits, une image très faible où les détails manquaient complètement.

En 1845, MM. Fizeau et Foucault obtinrent de bonnes images du Soleil. Cependant, comme nous l'avons dit, les progrès de la photographie astronomique furent d'abord très lents. Mais après la découverte du procédé au collodion (1851) les essais se multiplièrent et on obtint assez rapidement, dans les diverses branches, des résultats à peu près parfaits.

Pour la Lune, Warren de la Rue obtint, de 1852 à 1859, les belles photographies que tout le monde connaît.

Pour le Soleil, dès 1858, on avait installé près de Londres le célèbre photo-héliographe de Kiew destiné à fournir jour par jour des images du Soleil indiquant la position et la grandeur des taches. Cependant la photographie du Soleil a présenté des difficultés considérables qui n'ont été surmontées que par M. Janssen en 1877; la précision de ses photographies n'a pas été dépassée.

Enfin pour les étoiles, G. P. Bond obtenait en 1857 à l'observatoire de Cambridge, près de Boston, des images de couples stellaires comportant des mesures précises. Ses résultats firent même concevoir la possibilité de construire photographiquement une carte du Ciel, et en 1861 W. de la Rue entretint de ce projet l'Association britannique réunie à Manchester. Les essais de Rutherford, de Gould achevèrent de montrer la possibilité d'exécuter une telle carte, et seul le peu de sensibilité du procédé au collodion humide rendait ce travail difficile. Aussi quand on eut découvert (vers 1879) les plaques si sensibles au gélatino-bromure d'argent, tout était à point pour l'entreprise d'un tel travail. Toutefois, si personne alors ne doutait que la photographie permettrait d'exécuter une carte du Ciel avec bien plus de facilité que les anciennes méthodes, beaucoup d'astronomes craignaient qu'elle ne pût donner la position des étoiles avec une grande précision; mais tous les doutes furent bientôt levés par les travaux entrepris à l'Observatoire de Paris et par le succès de M. Pritchard

dans les déterminations photographiques de parallaxes stellaires, déterminations qui exigent, comme on sait, la plus haute précision.

IV. — CARTE PHOTOGRAPHIQUE DU CIEL.

Chacornac avait entrepris, à l'Observatoire de Paris, de faire des cartes de la région éclipique du Ciel, contenant toutes les étoiles jusqu'à la 13^e grandeur inclusivement. A partir de 1873, MM. Henry frères continuèrent ce travail qui, dans le voisinage de la Voie lactée, devenait très laborieux, à cause du nombre immense d'étoiles à placer sur les cartes. Ces astronomes essayèrent alors, en 1884, d'employer la photographie, en se servant d'un de leurs objectifs de 0^m,16 de diamètre, employé déjà pour le passage de Vénus de 1882, et achromatisé pour les rayons chimiques : ils obtinrent ainsi, dès les premiers essais, de beaux clichés d'une région de la Voie lactée. « Je fus si frappé, dit M. l'amiral Mouchez, directeur de l'Observatoire, de la beauté exceptionnelle de ce début, et de son extrême importance pour l'avenir de l'astronomie, que, malgré quelques difficultés administratives, je n'hésitai pas à accepter la proposition de MM. Henry, de faire construire immédiatement un grand appareil photographique spécial de 0^m,33 d'ouverture, dont ils se chargeraient de faire la partie optique, notre habile artiste Gautier devant en faire la partie mécanique. » Le nouvel instrument, installé à l'Observatoire de Paris en 1885, donna les meilleurs résultats. Aussi sur la proposition de l'amiral Mouchez, l'Académie des Sciences, par une lettre du 15 octobre 1886, invita les astronomes des divers pays à un Congrès international pour discuter et proposer un plan en vue de la photographie du Ciel tout entier.

Cinquante-six astronomes, représentant 16 nations différentes, se rendirent à l'invitation de l'Académie, et la première réunion, présidée par le Ministre des affaires étrangères, eut lieu à l'Observatoire de Paris, le 16 avril 1887.

Ce Congrès avait deux résolutions fondamentales à prendre d'abord : la première, sur le genre d'instrument à choisir, réflecteur ou réfracteur ; la seconde, sur l'étendue du travail à entreprendre.

On sait que les instruments réflecteurs, les *télescopes* comme on les appelle en France, ont l'avantage de pouvoir réunir en un seul point tous les rayons lumineux émanés d'un point éloigné, d'un astre quelconque quelle que soit la couleur de ces rayons. Il n'en est pas tout à fait de même des *réfracteurs* ou *lunettes*, dans lesquels les rayons sont condensés par un objectif achromatique¹. Mais le

manement des télescopes exige, de la part de l'observateur, plus de soin et d'habileté que celui des lunettes ; aussi, étant donné le grand nombre de personnes dont la collaboration serait nécessaire pour exécuter la carte du Ciel, on décida unanimement de donner, pour ce travail, la préférence aux lunettes. Même, remarquons-le immédiatement, on adopta les objectifs à deux verres seulement, achromatisés pour les rayons chimiques. Quant aux dimensions pour lesquelles l'instrument de Paris servit de type, elles furent fixées à 0^m,33 d'ouverture et 3^m,43 de distance focale, de sorte qu'une minute d'arc est représentée sur les clichés par une longueur de 1 millimètre. La carte entière couvrirait un globe de 3^m,43 de rayon ou 7 mètres environ de diamètre.

Sur l'étendue du travail à entreprendre, on décida qu'il serait fait pour tout le Ciel deux séries de clichés : la première série à pose courte, qui comporte plus de précision dans les mesures, renfermant les étoiles jusqu'à la 11^e grandeur et destinée à former un catalogue de toutes ces étoiles, au nombre d'environ un million et demi ; la seconde série contenant les étoiles jusqu'à la 14^e grandeur, dont le nombre est de 15 à 20 millions. D'ailleurs il fut entendu que chacune de ces deux séries serait faite en *double*.

Pour juger de l'étendue de ce travail, rappelons que l'étendue du Ciel tout entier, renferme un peu plus de 40.000 degrés carrés ; d'autre part, avec l'objectif adopté, les plaques ne doivent être utilisées que jusqu'à 1^e environ du centre du champ, c'est-à-dire sur une étendue de 4 degrés carrés. Pour couvrir le Ciel tout entier il faut 10.000 clichés, répétés deux fois pour chacune des deux séries, ce qui monte au total énorme de 40.000 clichés.

Le Congrès discuta ensuite les moyens pour assurer la conservation et la reproduction de ces

jet regardé émet de la lumière de diverses couleurs, les bords de son image sont irisés, ce qui est très nuisible à la visibilité des détails. On évite, en grande partie, cet inconvénient capital par l'emploi combiné d'au moins deux lentilles formées de verres différents (crown et flint). En donnant aux deux lentilles des courbures convenables, on peut amener en coïncidence rigoureuse au foyer deux espèces différentes de rayons ; alors les autres radiations subissent des déviations presque égales à celles des deux premières, de sorte que l'irisation des images disparaît presque complètement. Un objectif ainsi formé de plusieurs lentilles est un objectif achromatique, c'est-à-dire sans couleur. Si l'objectif est destiné à la photographie, on amène en coïncidence parfaite les foyers des rayons qui agissent le plus fortement sur la plaque sensible, les rayons chimiques, et l'on dit que l'objectif est achromatisé pour les rayons chimiques. Quand l'objectif doit servir à l'œil, on fait coïncider les radiations les plus brillantes du spectre, le jaune et le vert. Comme les miroirs amènent en coïncidence au foyer tous les rayons, quelle que soit leur couleur, ils sont complètement achromatiques, ce qui n'a jamais lieu qu'à peu près par un objectif.

¹ Une lentille simple, agissant comme on sait à la façon d'un prisme, dévie plus fortement les rayons violets que les rayons rouges. Il en résulte que si, comme à l'ordinaire, l'ob-

clichés, les procédés pour remédier à la déformation de la couche sensible après son exposition à la chambre noire, etc. Mais beaucoup de ces questions ne pouvaient être résolues qu'après des études nouvelles dont furent chargés divers astronomes. Avant de se séparer, le Congrès nomma un Comité permanent chargé de poursuivre l'exécution du travail et formé de 11 membres élus, auxquels furent adjoints, comme membres de droit, les directeurs des Observatoires participant au travail.

En fait le Congrès primitif a été remplacé par ce Comité permanent qui s'est réuni de nouveau à Paris en septembre 1889, pour prendre des décisions sur les questions élucidées, et qui doit s'y réunir une dernière fois le 31 mars 1891, pour régler définitivement les derniers détails de l'exécution, pour prendre une décision sur les moyens d'utiliser le plus tôt possible les clichés obtenus, enfin pour assurer leur conservation.

Les Observatoires participants, au nombre de 19, sont les suivants, en allant du nord au sud :

Helsingfors (Finlande); Potsdam (Prusse); Oxford (Angleterre); Greenwich (Angleterre); Paris; Vienne (Autriche); Bordeaux; Toulouse; Vatican (Rome); Catane (Sicile); San-Fernando (Espagne); Alger; Tacubaya (Mexique); Rio de Janeiro (Brésil); Santiago du Chili; Sidney (Australie); Le Cap (Afrique Australe); La Plata (République Argentine); Melbourne (Australie).

V. — CONGRÈS DE PHOTOGRAPHIE CÉLESTE

Avant de se séparer en 1887, le Congrès de la Carte du Ciel émit le vœu qu'il fût créé un Comité spécial s'occupant, d'une manière générale, des applications de la photographie à l'astronomie, et ne laissant en dehors de son action que la construction de la Carte du Ciel. Ce Comité, que MM. Common et Janssen furent chargés d'organiser, s'est réuni pour la première fois à Paris du 20 au 24 septembre 1889, sous le nom de Congrès de photographie céleste. Il a examiné les nombreux sujets qui dépendent de son action et émis des vœux sur la manière dont leur étude doit être poursuivie.

VI. — TRAVAUX ET PROJETS DES ASTRONOMES AMÉRICAINS

Comme on a pu le remarquer, la liste des Observatoires qui collaborent à la Carte photographique du Ciel ne renferme aucun de ceux des États-Unis. C'est que pour construire cette carte les astronomes nord-américains donnent la préférence aux objectifs photographiques à 4 verres, analogues à ceux qu'on emploie pour les paysages, à l'exclusion de ceux à deux verres adoptés par le Congrès de Paris en 1887. Ces derniers ne donnent en effet

qu'un champ bien petit (2° de côté ou 4° carrés), tandis qu'on peut construire des objectifs à 4 verres de grandes dimensions et donnant de bonnes images sur toute l'étendue d'au moins 5° de côté, 25° carrés, ou environ 6 fois plus que les objectifs ordinaires. Déjà en 1882, M. E. C. Pickering, directeur de l'Observatoire de Harvard College près de Boston et bien connu par ses travaux photométriques, avait entrepris une Carte du Ciel avec un objectif à 4 verres de $0^{\text{m}}20$ de diamètre et de $1^{\text{m}}15$ de distance focale. Plus récemment (1888) il a reçu d'une généreuse américaine, Miss Bruce, une somme de 250.000 francs, destinée à la construction d'une grande lunette photographique qui sera munie d'un objectif à 4 verres de $0^{\text{m}}60$ d'ouverture et de $3^{\text{m}}43$ de distance focale : avec cet instrument, transporté successivement en 3 ou 4 points bien choisis de notre globe, M. Pickering compte faire seul la carte entière du Ciel, découvrir les nébuleuses qui n'ont pas encore été vues, etc.

VII. — PHOTOMÉTRIE ASTRONOMIQUE

Un des éléments qu'il importe le plus de connaître, après les positions exactes des étoiles dans le ciel, c'est leur éclat relatif, leurs *grandeurs*. Déjà, en 1867, G. P. Bond remarquait que le diamètre des images photographiques des étoiles augmente avec le temps de pose, avec l'éclat de l'astre, et que ce diamètre peut être employé pour la mesure des grandeurs stellaires. Mais c'est surtout depuis 1887 que des travaux nombreux ont été entrepris en vue de créer un moyen pratique pour déduire la grandeur de chaque étoile du diamètre de son image sur les clichés, particulièrement sur ceux de la carte du Ciel.

Cette question, qui offre les plus grandes difficultés, est encore à résoudre; on peut même dire qu'elle est insoluble, telle du moins qu'elle a été posée, c'est-à-dire en cherchant à faire cadrer les grandeurs photographiques avec les grandeurs optiques fournies par l'œil et par le photomètre. On sait, en effet, que les rayons jaunes qui impressionnent fortement l'œil, sont presque sans action sur les plaques sensibles ordinaires, tandis que les rayons violets impressionnent fortement les plaques, sans paraître intenses à l'œil; une belle étoile jaune pourra donc produire sur la plaque une image beaucoup plus faible que telle autre faible à l'œil, mais riche en rayons violets. Tandis que l'œil est impressionné par l'énergie lumineuse de la portion du spectre comprise entre les raies C et F, la plaque photographique enregistre celle qui s'étend de F à N. Il résulte presque nécessairement de là qu'en général les grandeurs photographiques ne sont pas comparables aux grandeurs optiques, et sans doute, l'échelle photogra-

pique devra être construite d'une manière indépendante, sans rien emprunter à aucune autre méthode.

VIII. — PHOTOGRAPHIE DES NÉBULEUSES

Pour les nébuleuses, même les plus belles, l'éclat intrinsèque en chaque point est presque toujours faible; aussi n'est-on parvenu à photographier ces astres qu'à l'aide des plaques au gélatino-bromure. H. Draper, le premier, obtint une photographie de la nébuleuse d'Orion, le 30 septembre 1880, après 51 minutes de pose : elle ne représentait guère que la partie la plus brillante. Mais en mars 1882, après 132 minutes de pose, il en obtint une qui représentait la nébuleuse sur une bien plus grande étendue. A la même époque (30 janvier 1882), M. Common, à Ealing, près de Londres, obtint de la même nébuleuse la belle photographie qui lui valut la médaille de la Société royale astronomique. Une photographie de la nébuleuse d'Andromède, obtenue par M. Roberts à Maghull en 1888, a révélé la constitution de cette nébuleuse que les meilleurs dessins laissaient inintelligible : elle montre une constitution qui rappelle celle du système des anneaux de Saturne et confirme ainsi l'hypothèse nébulaire : on sait que cette hypothèse, due à Kant et à Laplace, attribue l'origine du système solaire à une nébuleuse animée d'un mouvement de rotation et qui, par condensation graduelle, aurait donné naissance aux planètes et au soleil.

Enfin, les photographies de la célèbre nébuleuse annulaire de la Lyre, faites l'été dernier dans les Observatoires d'Alger, de Bordeaux et de Toulouse, ont révélé sur sa constitution des particularités qui avaient échappé à l'œil armé des plus puissantes lunettes.

Avec des instruments de moyenne grandeur, la photographie a montré des nébuleuses très difficiles à voir, soit à cause de leur faiblesse, soit par suite du voisinage de brillantes étoiles; dans ce dernier cas sont les nébuleuses qui, en 1886, se sont révélées sur les clichés de MM. Henry, autour des principales étoiles des Pléiades. De son côté, M. Pickering a découvert également quelques nébuleuses par la photographie, et il compte en découvrir un bien plus grand nombre à l'aide de la grande lunette qu'il doit à la générosité de Miss Bruce.

IX. — APPLICATIONS DE LA PHOTOGRAPHIE A LA SPECTROSCOPIE ASTRONOMIQUE

Le jour même (19 août 1839) où fut communiqué à l'Académie des Sciences le procédé photographique de Daguerre, Arago citait, parmi les principales applications astronomiques du nouveau

procédé, la possibilité d'obtenir une image complète du spectre solaire. Pour les spectres des étoiles, les premiers essais de photographie datent de 1863 (Huggins et A. Miller); mais ils ne devaient donner de résultats vraiment importants qu'après la découverte de plaques très sensibles; aujourd'hui on obtient le spectre des belles étoiles avec des détails aussi nombreux que ceux que donnait le Soleil il y a quelques années. M. Pickering a presque terminé la photographie des spectres de toutes les étoiles jusqu'à la huitième grandeur. Dans ses mains et dans celles de M. Vogel, directeur de l'Observatoire astro-physique de Potsdam, la photographie spectroscopique vient de révéler des résultats qui ouvrent des horizons tout à fait inattendus. Mais disons d'abord sur quel principe est basée la méthode employée, qui est justement appelée la Méthode Doppler-Fizeau¹.

Examinons au spectroscope un corps lumineux en repos relatif par rapport à l'observateur et dont le spectre soit formé d'un certain nombre de raies brillantes, par exemple. Si ce corps vient à s'éloigner de l'observateur avec une vitesse suffisante, toutes ces raies se porteront vers l'extrémité rouge du spectre; si, au contraire, le corps lumineux vient à se rapprocher, les raies seront déviées vers le violet. La déviation est proportionnelle à la vitesse relative du corps lumineux et de l'observateur, cette vitesse étant comptée sur la ligne qui les joint. C'est sur ce principe qu'est basée la méthode qui permet d'évaluer le mouvement d'un astre suivant le rayon visuel; il est bien remarquable que, pour la mesure des espaces, elle n'exige pas, comme les autres méthodes, la connaissance d'une base.

L'application de cette méthode à une étoile variable bien connue, Algol ou β Persée, a donné des résultats extrêmement remarquables: M. Pickering avait montré que, si la variation d'éclat de cette étoile était due au passage d'un satellite sombre sur le disque de l'étoile principale et produisant une éclipse partielle, les deux astres devaient avoir des dimensions peu différentes, être peu écartés et tourner rapidement autour de leur centre de gravité. Comme conséquence, l'étoile brillante devait tantôt se rapprocher et tantôt s'éloigner rapidement de la Terre. Or, M. Vogel, ayant photographié fréquemment le spectre de cette étoile, a constaté, par le déplacement des raies, que la vitesse de l'étoile suivant le rayon visuel est de sens contraire avant et après l'époque du minimum d'éclat; c'est une confirmation complète de l'explication déjà ancienne de la variabilité de cer-

¹ Voyez sur cette méthode et sur ses applications la savante Notice insérée par M. A. Cornu dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1891.

taines étoiles par le passage d'un satellite obscur.

Si l'orbite du compagnon d'Algol était assez inclinée sur notre rayon visuel, l'étoile obscure ne se projetterait jamais pour nous sur l'étoile brillante, et rien n'aurait fait soupçonner son existence. On doit donc se demander si beaucoup d'autres étoiles n'ont pas aussi des compagnons, brillants ou obscurs et que nos lunettes sont impuissantes à montrer : la spectro-photographie vient de répondre, de fournir trois exemples d'étoiles ayant des compagnons que rien jusqu'ici n'avait fait soupçonner : deux (β Cocher et ζ Grande Ourse) ont été signalés par M. Pickering et le troisième (α Vierge) par M. Vogel.

Pour α Vierge, les choses se passent comme pour Algol sauf la variation d'éclat ; et la période est d'environ 4 jours.

Pour ζ Grande Ourse, on a remarqué dans un spectre une raie sombre (située à l'extrême violet et qui occupe la place de la raie K de Fraunhofer), qui est ordinairement simple, mais qui d'autres fois paraît double, et le phénomène se répète environ tous les 32 jours : cette étoile est donc double et formée de deux astres brillants.

Pour β Cocher, la période est de 4 jours ; pour Algol, dont on vient de parler, elle est très exactement déterminée par les observations photométriques et égale à 2 jours 20 heures 49 minutes.

On ne connaissait jusqu'ici aucune étoile double dont la période fût inférieure à 11 ans : la spectroscopie, aidée de la photographie, vient d'en révéler dont la période est seulement de 3 à 4 jours. Comme le dit M. Cornu, dans la Notice déjà citée, « tous ces résultats sont vraiment prodigieux et ouvrent des horizons inattendus ; en même temps ils confirment jusque dans les moindres détails cette unité de structure, de substance et de mouvements dont la découverte et surtout la démonstration sont l'honneur de la science contemporaine ».

On voit, par cet exposé, qu'on eût pu développer encore en parlant des applications de la photographie à l'observation des éclipses, à la représentation de la couronne solaire, etc., quels progrès nombreux doivent à la photographie les diverses branches de l'astronomie, tant l'astronomie de position que l'astronomie physique. Aussi l'application de la photographie à l'astronomie a des partisans dont l'exclusivisme voit déjà partout la plaque sensible substituée à l'œil de l'observateur, et les astronomes, ou réduits à l'inaction, ou transformés en photographes.

Il n'en sera pas ainsi de si tôt cependant parce que la plaque photographique n'est pas aussi sensible que l'œil, comme nous l'avons dit, de sorte que les changements très rapides lui échappent, excepté lorsqu'il s'agit du Soleil, où la surabondance exceptionnelle de lumière lui donne certains avantages sur l'observation directe.

Ainsi, malgré des tentatives déjà anciennes, elle n'a pu encore remplacer l'astronome dans les observations de passages, ni, en général partout où il y a un astre mobile. Contrairement à ce qui avait été annoncé, elle n'a pas encore fait découvrir des petites planètes, parce que celles-ci se déplacent par rapport aux étoiles, bien lentement sans doute, mais trop rapidement encore pour laisser des traces sur la plaque sensible. Pour les comètes on n'a pu les photographier qu'en les suivant avec l'instrument dans leur mouvement propre ; alors les repères indispensables, c'est-à-dire les étoiles, qui viennent en même temps sur la plaque, sont représentées par de petites lignes qui ne sont ni bien droites ni bien continues, à cause de la discontinuité inévitable du déplacement imprimé à la lunette ; en outre, le moment auquel se rapportent les coordonnées obtenues n'est pas connu avec assez de précision.

Pour les étoiles doubles, la photographie n'a pu aborder les mesures des couples très serrés, qui sont les plus intéressants, ni de ceux dont les composantes sont un peu inégales, ce qui est le cas général, parce que dans le temps de pose nécessaire pour que le compagnon laisse une trace, le petit cercle donné par l'étoile principale s'est déjà trop agrandi et a ainsi envahi et caché l'image du compagnon. La plupart de ces observations, où la photographie est encore impuissante, lui deviendraient accessibles si l'on venait à obtenir des plaques beaucoup plus sensibles que celles d'aujourd'hui ; mais il n'est pas à prévoir de progrès comparable à celui qui a lieu quand on a passé du collodion à la gélatine ; et d'ailleurs de telles plaques ne seraient plus maniables : elles se voileraient pendant les manipulations.

Ce qu'il faudrait poursuivre plutôt, c'est la construction d'instruments plus appropriés au but :

Pour faire la Carte de régions étendues, employer des objectifs à grand champ ; pour photographier les astres mobiles, diminuer les distances focales tout en conservant les ouvertures, ce qui accroît l'intensité des images ; pour les étoiles doubles à composantes inégales, remplacer par de bons miroirs les objectifs, dont le spectre secondaire agrandit démesurément l'image focale des belles étoiles sur la plaque.

Malgré ces perfectionnements, les vieilles méthodes d'observation trouveront longtemps encore dans les Observatoires un champ assez étendu ; toutefois ceux qui les utilisent, loin de se montrer exclusifs, devront suivre avec soin les progrès des nouvelles et leur abandonner tout ce qu'elles permettent de faire ou mieux ou plus vite.

G. Bigourdan.

Astronome adjoint
à l'Observatoire de Paris.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Cauchy. — *Œuvres complètes. II^e série, tome VIII.* (25 fr.) Paris 1890, Gauthier-Villars éditeur, 55, quai des Grands-Augustins.

Ce volume contient les « Exercices de Mathématiques » pour l'année 1828. Il est consacré principalement à la mécanique des fluides et des solides élastiques ou non élastiques.

Toutefois la Géométrie y est représentée : d'abord une théorie des centres, des plans et axes principaux des surfaces du second ordre, où l'on peut admirer une exposition extrêmement simple des propriétés de la classique « Equation en s », ensuite la discussion des lignes et des surfaces du second ordre et enfin la représentation de diverses familles de surfaces par leurs équations en termes finis, ou par celles aux dérivées partielles ; tels sont les exercices consacrés à la Géométrie. L'intérêt de cette partie de l'ouvrage réside non dans les résultats mais dans le style du maître, un style d'une netteté que nos élèves de mathématiques spéciales ne connaissent peut-être plus en dépit de l'étendue de leur programme.

Quant à l'analyse pure, trois courts chapitres lui sont réservés : l'un donne l'expression de la différence finie $\Delta^n x^n$, l'autre celle de la somme finie $\sum \sum \dots x^n$; le troisième déduit des précédents soit les différences, soit les intégrales finies des fonctions entières d'une ou de plusieurs variables.

Les « Exercices » de Physique mathématique peuvent se diviser en deux classes : 1° Exposition des équations fondamentales de la Mécanique des fluides ou des solides ; 2° Intégration de ces équations dans des cas relativement simples.

Cette seconde classe comprend : l'étude des petits mouvements d'une lame solide, celle plus difficile des vibrations d'une plaque solide, d'où Cauchy fait découler les lois des vibrations d'une verge rectangulaire.

Parmi les résultats je rappellerai particulièrement les beaux théorèmes fournissant une échelle des sons qui peuvent être rendus par une lame élastique dont la fibre moyenne serait successivement courbée en une fraction quelconque de cercle.

Les « Exercices » de l'autre classe, malgré leur très grande généralité, offrent un intérêt d'un autre genre ; ils montrent nettement les deux points de vue sous lesquels on a jusqu'ici envisagé la distribution de la matière dans les corps. Ou bien l'on regarde la matière comme continue, ou bien on la distribue en centres de forces isolées. Le premier point de vue est développé dans deux chapitres ; les conditions thermiques imposées, bien qu'artificielles, suffisent cependant pour les applications mentionnées plus haut. Cauchy définit pour les solides l'état naturel et montre qu'il y a lieu de se donner quelque relation capable de rattacher les six composantes des pressions aux éléments cinématiques de la déformation. Il suppose d'abord la relation suivante :

« La tension (ou pression) exercée contre un élément « de surface admet une composante normale à cet « élément, qui est proportionnelle à la dilatation (ou « condensation) relative à cette même direction. »

Puis il combine cette hypothèse avec celle de la pression normale des fluides. Cette superposition de deux systèmes de pressions introduit deux coefficients k et K figurant dans les équations qui gouvernent les composantes : ξ, η, ζ , d'un petit déplacement de la molécule dont les coordonnées cartésiennes à l'époque t sont x, y, z , et qui, sous une densité initiale Δ , est soumise

par unité de masse à la force dont ces composantes sont X, Y, Z . Si l'on désigne par ϑ la dilatation cubique de déformation, c'est-à-dire si l'on pose :

$$\vartheta = \frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\partial \zeta}{\partial z},$$

chaque composante ξ, η, ζ , vérifie une équation de la forme suivante :

$$\frac{k}{2\Delta} \left(\frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial z^2} \right) + \frac{k+2K}{2\Delta} \frac{\partial \vartheta}{\partial x} + X = \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2}.$$

Ces équations se réduisent par la supposition : $k=2K$ à celles données par Navier (Mémoire de 1821).

Si au lieu de considérer le corps dont l'élasticité a été définie plus haut, on envisage un corps entièrement dépourvu d'élasticité et si l'on fait : $u = \frac{dx}{dt}$; $h = \text{const.}$

chaque équation précédente est remplacée par une autre telle que celle-ci :

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \frac{\partial \vartheta}{\partial x} + \frac{2\Delta}{h} X = \frac{2\Delta}{h} \frac{\partial u}{\partial t}$$

d'où l'on peut déduire cette autre :

$$\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial z^2} + \frac{\Delta}{y} \left(\frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z} \right) = \frac{\Delta}{h} \frac{\partial \vartheta}{\partial t}$$

Celle-ci dans le cas particulier où $X=Y=Z=0$ est précisément celle du mouvement de la température ; c'est encore celle qui régit la densité d'un fluide. Ainsi dans deux hypothèses extrêmes où la chaleur serait assimilée soit à un fluide élastique, soit à un corps dénué d'élasticité on retrouve toujours cette équation fondamentale :

$$\frac{\partial V}{\partial t} : h \left(\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} \right)$$

dont les propriétés les plus importantes ont été rigoureusement établies par M. Poincaré (*Comptes rendus*, 1888.)

Dans l'hypothèse de la discontinuité, c'est-à-dire celle où l'on considère des points matériels isolés, soumis à leurs attractions ou répulsions mutuelles, l'espèce de postulat qui constitue la notion de la pression n'est plus nécessaire. Il suffit pour composer les actions moléculaires de connaître la distribution initiale des masses du système ; ce calcul se simplifie dans l'étude des petits mouvements, et en raison de la petitesse du rayon d'activité moléculaire ; ces circonstances permettent, dans le calcul des différences géométriques des déplacements, c'est-à-dire dans le calcul des quantités : $\Delta \xi, \Delta \eta, \Delta \zeta$, de s'arrêter aux termes du second ordre, ceux du premier disparaissant fréquemment d'eux-mêmes. Si l'état initial est un état d'équilibre, et si dans cet état la distribution des masses est symétrique par rapport à chacune d'entre elles (il ne s'agit pas ici des équations aux limites), les composantes des actions moléculaires sont des *formes linéaires* des dérivées du second ordre des déplacements, considérés comme fractions des coordonnées initiales a, b, c .

Les 15 coefficients de ces formes dépendent de 9 constantes, qui se réduisent à 3, dans le cas particulier où la distribution des masses autour de chacune

d'elles admet une symétrie par rapport à 3 plans perpendiculaires entre eux. Si de plus la symétrie considérée a lieu par rapport à tout système de 3 plans, cette distribution sphérique réduit les 3 constantes à deux.

Chacune de ces constantes est une somme triple à nombre fini d'éléments; mais par un artifice fréquemment employé en physique mathématique, Cauchy remplace cette somme triple par une intégrale simple; de plus Cauchy établit que les deux constantes de la distribution sphérique se réduisent même à une, quand les forces mutuelles varient avec la distance des masses

comme la fraction $\frac{1}{r^3 + \epsilon}$; ($0 < \epsilon \times 1$).

Une remarque essentielle a été aussi faite par Cauchy, c'est que les équations des petits mouvements des systèmes discontinus sont plus générales que celles déjà données dans l'hypothèse de la continuité.

Dans un autre chapitre, Cauchy montre comment il faut concevoir la *tension* ou la *pression* dans les systèmes discontinus.

Enfin, pour terminer ce résumé, je dois mentionner le beau chapitre : *Quelques théorèmes relatifs à la dilatation, ou à la condensation des corps*; une sphère infiniment petite pleine de la matière d'un corps continu, fluide ou non, se change, même après une *déformation forcée*, en un ellipsoïde. Cauchy a tiré de cette correspondance des propriétés qu'on peut regarder comme les fondements naturels des travaux postérieurs de Dirichlet, d'Heimholtz, et de Beltrami; la simplicité et l'élégance des interprétations de ces géomètres, tient surtout à ce qu'ils ont considéré une déformation infiniment petite.

Jules ANDRADES.

Léauté (Eug.) et Guilbault (Ad.). — *Traité théorique et pratique de comptabilité*, 1 vol. 6^e édition, revue et complétée (7 fr. 50). Librairie comptable et administrative, 5, rue Geoffroy-Marie, Paris 1890.

Résumer en un volume les principes et les applications innombrables de la comptabilité et de la tenue des livres ne doit pas être une tâche facile, puisque tous les auteurs qui l'ont entreprise jusqu'ici n'y ont guère réussi.

Le livre de MM. Léauté et Guilbault vient de combler heureusement une véritable lacune. Il contient un exposé rationnel, clair et précis de la matière. La première partie est consacrée à la fixation du langage comptable et des principes élémentaires. Dans la seconde, de beaucoup la plus substantielle, sont étudiées, au point de vue théorique, les relations qui précèdent, soit à la formation, soit au jeu des comptes entre eux, ainsi que leur expression synthétique ou bifan. L'établissement de l'inventaire sur la base d'un prix de revient réel, quelles que soient les valeurs mises en mouvement par l'industriel ou le commerçant, y fait l'objet d'une discussion où les auteurs font preuve d'une haute compétence et d'une grande netteté de vues. Enfin une série d'applications fournies par des exemples variés et judicieusement choisis, constitue une troisième et dernière division, utile à consulter pour ceux que les formules purement abstraites découragent ou sont impuissantes à convaincre.

En somme, l'ouvrage se recommande par un esprit de méthode, une rectitude de principes, une mesure dans les développements et une facilité de style qui en font à tous égards, sinon un traité complet, du moins un excellent cours élémentaire de comptabilité.

F. LOUGARRE.

2° Sciences physiques.

Boltzmann (L.). — *Ueber die Hertz'schen Versuche. Sur les expériences de M. Hertz.* (Wiedem. Ann. 1890, t. X, l. p. 399.)

Pour démontrer à un nombreux auditoire la décharge qui se produit dans le conducteur secondaire de

M. Hertz, l'auteur relie l'un des pôles de l'interruption de ce conducteur, celui qui est arrondi, à un électroscope sensible; l'autre, la pointe de la vis micrométrique, à une pile sèche (200 volts environ de tension) reliée à la terre. Dès que les étincelles jaillissent dans l'interrupteur, du résonateur elles y forment un pont conducteur qui relie la pile à l'électroscope et font agir celui-ci. Paur que l'expérience soit bien visible, il suffit de trois ou quatre étincelles du primaire. Le poli des boules entre lesquelles jaillit l'étincelle primaire ne subit donc que peu d'altération et l'intensité du phénomène reste par ce fait longtemps constante.

Ch. Ed. GUILLAUME.

Ritter (R.). — *Bemerkung zu den Hertz'schen Versuchen, etc...* Remarques sur les expériences de M. Hertz relatives aux rayons de force électrique. (Wiedem. Ann. 1890, t. XL, p. 53.)

L'auteur a réussi à mettre en évidence, au moyen de la grenouille, la décharge qui se produit dans un conducteur secondaire de M. Hertz. Pour cela il relie à un mince fil conducteur l'un des deux pôles de l'interruption du résonateur à l'un des deux cordons nerveux qui courent de part et d'autre de l'épine dorsale de la grenouille, préalablement sectionné et proprement préparé. Cela étant, dès que les étincelles jaillissent dans l'interruption du résonateur, la patte correspondant au nerf en contact subit des contractions rapides. On peut ainsi démontrer de jour et à un nombreux auditoire l'action électrique à distance qui se produit dans le conducteur secondaire.

Ch. Ed. GUILLAUME.

Rubens (H.) et Ritter (R.). — *Ueber das Verhalten von Drahtgittern etc...* De l'action que les réseaux de fils conducteurs exercent sur les onduations électriques. (Wiedem. Ann. 1890, t. X L, p. 55.)

MM. H. Rubens et R. Ritter ont repris les expériences de M. Hertz sur la polarisation des rayons de force électrique par des réseaux de fils conducteurs parallèles et cela en remplaçant l'observation de l'étincelle dans les conducteurs secondaires par l'emploi du holo-mètre de MM. Paalow et Rubens. Ils ont confirmé, par cette méthode, les résultats annoncés par M. Hertz, c'est-à-dire que le réseau laisse passer à peu près complètement une ondulation perpendiculaire à la direction des fils, absorbe au contraire complètement une ondulation parallèle à cette direction et enfin décompose une ondulation de direction oblique, laissant passer la composante perpendiculaire aux fils, tandis qu'il arrête celle qui leur est parallèle. Ils ont aussi étudié l'action du réseau comme écran réflecteur. Lorsque l'ondulation électrique est parallèle aux fils, elle est à peu près intégralement réfléchie; dans le cas d'une position oblique il en est de même de la composante qui n'est pas transmise par le réseau.

Ch. Ed. GUILLAUME.

Ostwald (W.). — *Outlines of general chemistry.* (Essai de Chimie générale). — Traduction anglaise de James Walker, 1 vol. 395 p. (12 fr. 50), Londres, 1890, Macmillan et Cie, 39, Bedford Street Covent Garden.

M. Walker publie une édition anglaise du traité de chimie générale de M. Ostwald. Ce livre, qui est malheureusement peu connu en France est un exposé magistral de l'état actuel des connaissances chimiques. Outre un résumé fort clairement écrit des résultats anciens, il contient, sous une forme très concise, l'ensemble des travaux récents de MM. Van t' Hoff, Arrhénius, Ostwald, Guedberg et Waage, etc.

L'ouvrage est divisé en deux parties. La première est consacrée aux lois relatives à la masse. On y trouve les lois des combinaisons chimiques, les propriétés de la matière pondérable à l'état solide, liquide, gazeux, ou dissous, la théorie cinétique des gaz, la théorie de M. Van t' Hoff sur la pression osmotique et ses principales conséquences, enfin un aperçu des idées

actuelles sur la constitution des composés. La deuxième partie comprend les lois relatives à l'énergie. M. Ostwald réunit sous ce titre l'ensemble des résultats auxquels a conduit l'étude des équilibres chimiques, par les différentes méthodes qui ont été employées, thermo-chimie, électrochimie, etc., et les théories de l'affinité basées, soit sur l'application aux phénomènes chimiques des lois de la thermodynamique, soit sur la considération de la vitesse de réaction.

Il est impossible de donner en quelques lignes une idée d'un aussi important ouvrage autrement qu'en indiquant les matières qu'il contient. Bornons-nous à signaler cette nouvelle édition de l'œuvre d'un des chimistes qui ont le plus contribué aux progrès récents de la chimie physique.

Georges CHARPY.

3° Sciences naturelles.

Fouqué, de l'Institut. — *Le Plateau Central de la France*. In-4°, 23 p. (Lu dans la séance publique annuelle des cinq Académies du 25 octobre 1890)

Dans cette rapide esquisse le savant professeur du Collège de France résume les notions que la science possède aujourd'hui sur l'évolution physique du Plateau (ou mieux du *Massif*) Central. Deux résultats paraissent se dégager nettement de cette étude : 1° la continuité du développement de la région à travers les âges, depuis les périodes les plus reculées de l'histoire du globe; 2° la contemporanéité des éruptions et des grands mouvements du sol, qui, à deux reprises différentes, ont déterminé les linéaments principaux de son relief, d'une part à l'époque permo-carbonifère (ridement hercynien, porphyres et porphyrites du Morvan, Forez, Beaujolais) et d'autre part vers le milieu des temps tertiaires (contre-coup du plissement alpin, épanchement volcanique de l'Auvergne et du Velay).

D'après M. Fouqué, la direction N.-O. ou armoricaine aurait été déterminée dès l'époque cambrienne, c'est-à-dire bien avant la direction N.-E. ou hercynienne (varisque de M. Suess), qui est celle d'un grand nombre de bassins houillers; le massif ancien de la France centrale représenterait donc le point de jonction, le nœud de deux systèmes de dislocation d'âges très différents. Peut-être pourrait-on objecter à cette manière de voir l'absence complète, dans l'Ouest du massif, de lambeaux siluriens et dévonien, permettant de fixer par leur allure concordante ou transgressive une limite supérieure pour la date du mouvement correspondant, la continuité des plis archéens avec ceux qui affectent l'ensemble des terrains paléozoïques en Bretagne parlant d'ailleurs en faveur d'un âge plus récent pour les premières.

Quoi qu'il en soit, et contrairement aux vues émises sur ce point par Magnan, Ebray et M. Bleicher, l'émergence du massif aurait été ininterrompue pendant toute la durée des temps secondaires. Un changement important signale l'époque oligocène : de grand lacs, communiquant avec les lagunes ambiantes, recouvrent alors de larges espaces. Les sédiments accumulés au fond de ces nappes d'eau ont été plus tard dénivelés par des cassures multiples, dont la production, concomitante du mouvement qui faisait émerger une grande partie de la France, a coïncidé avec les débuts de l'ère volcanique; le paroxysme des éruptions, succédant à un intervalle de repos prolongé, s'est au contraire manifesté après la cessation complète de tout mouvement de dislocation dans la Haute-Auvergne. Cette seconde phase d'activité beaucoup plus importante que la première au point de vue du volume et de la variété des produits rejetés, a commencé avec les explosions qui ont couvert le Cantal de Cinérites, à la fin de l'époque miocène; elle s'est poursuivie jusqu'aux abords de l'époque actuelle, avec les cratères post-glaciaires du Tartaret, du lac Pavin, de Montcineyre et du puy de Clermont.

Le phénomène du creusement des vallées semble

avoir atteint son maximum d'intensité durant le quaternaire, grâce au climat rigoureux et humide qui a caractérisé cette période. Il ne faut pas oublier toutefois que le creusement de la haute vallée de l'Allier, comme l'a récemment démontré M. Boule, est beaucoup plus ancien : des dépôts sous-basaltiques contenant la faune du pliocène moyen ont été observés à 30 mètres seulement au-dessus du thalweg.

On pourra comparer avec profit au tableau tracé par M. Fouqué une étude que M. Frech a récemment consacrée au même thème dans le *Zeitschrift* de la Société de géographie de Berlin. (*Das Französische Central plateau Eine Skizze seiner geologischen Entwicklung*, 1889, p. 132-165).

Emm. de MARGERIE.

Ficheur (E.). — *Description géologique de la Kabylie du Djurjura. Étude spéciale des terrains tertiaires*. Thèse de Doctorat présentée à la Faculté des Sciences de Paris, Masson, 1890.

La grande Kabylie, dont M. E. Ficheur vient de présenter la description géologique, comme thèse de doctorat à la Faculté des sciences de Paris, est assurément une des régions de l'Algérie les plus difficiles et les plus ingrates à étudier. La haute chaîne du Djurjura, qui en forme le massif principal, constitue une barrière presque infranchissable dont les sommets, couverts de neige pendant la plus grande partie de l'année, ne sont abordables qu'au cœur de l'été. Sa charpente est formée par de puissantes masses rocheuses, assez uniformes, très disloquées et enchevêtrées, presque complètement dépourvues de fossiles et dont la classification présente des difficultés toutes particulières. Cependant grâce à des recherches poursuivies avec méthode et persévérance, M. Ficheur est parvenu à débrouiller le chaos de ces diverses formations.

Les terrains azoïques, schistes cristallins et étage archéen, des terrains jurassiques appartenant vraisemblablement à l'époque du Lias, puis des terrains crétacés, restés jusqu'alors inexplorés, ont été reconnus et décrits par M. Ficheur.

Mais la partie essentielle de son mémoire consiste dans l'étude des terrains tertiaires inférieurs. C'est la formation éocène qui occupe la place la plus importante dans le grand massif du Djurjura. Ses assises très diverses, et dont l'énorme épaisseur dépasse en totalité le chiffre de 1800 mètres, étaient jusqu'ici réunies dans un seul horizon et confondues sous le nom vague de terrain nummulitique.

Les Nummulites sont à peu près les seuls restes organisés qu'on y rencontre; aussi, a-t-il fallu que l'auteur se livrât à une étude approfondie de tous ces foraminifères pour en tirer les éléments d'une classification qui s'est trouvée d'ailleurs corroborée par des différences lithologiques et des discordances de stratification entre les divers termes de la formation. Cette heureuse mise en œuvre des Nummulites, comme documents de classification, constitue pour l'Algérie un travail tout nouveau et original.

En s'aidant ainsi de tous les moyens à sa disposition, M. Ficheur a pu établir que le terrain tertiaire le plus inférieur, c'est-à-dire l'étage suessien des auteurs, n'était pas représenté dans la Kabylie du Djurjura. La série de l'Éocène moyen, composée de trois étages transgressifs ou discordants, l'un par rapport à l'autre, est complètement distincte de celle de l'Éocène supérieur qui comprend elle-même deux divisions, indépendantes l'une de l'autre.

Tandis que l'Éocène moyen est, dans tout son ensemble, une formation nummulitique, l'Éocène supérieur, composé de grès quartzeux, n'est caractérisé que par des empreintes de Fucoides.

L'ensemble de ces terrains éocènes algériens paraît constituer une série spéciale qui ne présente pas d'équivalence exacte avec les formations nummulitiques du versant nord de la Méditerranée. C'est seulement dans l'Andalousie qu'on retrouve son analogue.

Après les terrains éocènes l'auteur a décrit les ter-

raîns miocènes, également représentés en Kabylie par des assises variées. Il a observé dans cette nouvelle série un terme inférieur, constitué par le grès de Dellys, qui lui paraît correspondre à l'étage oligocène des auteurs. Ce n'est là toutefois qu'une présomption basée sur de simples données stratigraphiques, car les documents paléontologiques font complètement défaut dans ces grès. C'est aussi sans doute pour cette raison que M. Ficheur a jugé utile d'introduire dans la nomenclature stratigraphique algérienne le terme nouveau d'étage dellyzien pour désigner cette formation.

Un autre fait intéressant a été constaté dans l'étude des terrains miocènes. C'est à cette époque qu'il y a lieu de rapporter ces puissants dépôts alluvionnaires étalés sur le versant sud du Djurjura et que jusqu'ici l'on considérait comme appartenant à l'époque quaternaire.

Le mémoire de M. Ficheur, qui ne contient pas moins de 473 pages, comprend encore la description des terrains pliocène et quaternaire, celle de nombreuses roches éruptives, Granites, Liparites, Andésites, Labradorites, etc., et se termine par des notes paléontologiques sur les Nummulites de l'Eocène algérien. Deux cartes géologiques, celle de la chaîne du Djurjura et celle du Massif des Beni-Khalouf complètent cet important travail et permettent, concurremment avec les nombreux diagrammes intercalés dans le texte, de suivre avec facilité les descriptions de l'auteur.

A. PÉRON.

Wœchting (H.). — De la transplantation sur le corps de la Plante. *Nachrichten v. J. Kön. Gesellsch. d. Wissensch. u. d. Georg. August. Universit. zu Göttingen*, 1889, n° 14, 1890, récemment paru.

Le travail de M. Wœchting, bien que s'appliquant à la végétation et paraissant au premier abord avoir été fait dans un but purement pratique, peut avoir des conséquences théoriques très étendues au point de vue de la physiologie animale. L'auteur étudie les questions suivantes : phénomène histologique de la prise de la greffe sur le sujet; influence de l'affinité systématique des parties réunies par la greffe; effet exercé mutuellement par les formes différentes réunies par la greffe.

Les expériences ont été faites sur des tiges ligneuses et sur des racines charnues, comme la betterave; elles ont porté d'abord sur la réunion de parties d'un même nom. Ainsi, la racine latérale d'un système radicalaire peut être déplacée à volonté sur la racine principale dans le sens longitudinal ou périphérique; elle se soude complètement à l'organe-mère. De même, on peut couper l'extrémité de la racine principale et en faire une racine latérale.

Si l'on découpe dans une betterave de petits morceaux de tissu et qu'on les introduise dans des trous de même forme et de même grandeur, la soudure se fait parfaitement. La transplantation peut avoir lieu dans le sens transversal ou longitudinal.

Il n'en est plus de même si l'on change l'orientation du fragment transporté. Un prisme découpé dans une betterave et planté dans un trou correspondant, mais dans une position relative différente, ne se soude plus et il se forme tout autour des bourrelets pathologiques. Les plantes ligneuses se comportent en général comme les racines charnues. Les tissus de nature différente se greffent comme ceux du même nom : la tige sur la racine, la racine sur la tige, les feuilles sur la racine, etc.; mais, comme dans le cas précédent, il n'est pas possible, sans de grands désordres, de placer la greffe dans une orientation anormale.

Ces expériences montrent qu'il existe une polarité de la cellule, que la cellule a un haut et un bas. La loi qui régit ces phénomènes peut s'exprimer, comme en physique, en disant que les pôles de même nom se repoussent, que les pôles de nom contraire s'attirent.

A. HÉBERT.

Gautier (Armand), de l'Institut. — Les Perfectionnements de la vinification dans le Midi de la France. Conférence faite le 18 mai 1890, au Congrès de l'Association Pyrénéenne. *Annales agronomiques*; tome XVI; p. 433.

La conférence de l'éminent académicien n'est, à vrai dire, qu'une suite de conseils pratiques sur l'art de faire le vin. Elle commence à la vendange pour se terminer à la mise en pièces en passant par toutes les opérations intermédiaires; M. A. Gautier s'occupe également de la fabrication des vins de seconde cuvée et des maladies auxquelles sont sujets les vins. Nous ne pouvons analyser d'une façon détaillée l'intéressante conférence du savant auteur; nous nous bornerons à en donner un aperçu général. M. Gautier recommande expressément de vendanger un peu avant la maturation du fruit, quand la quantité de sucre et par suite la densité du jus n'augmentent plus sensiblement, ce qu'on reconnaît par les glucomètres, les mustimètres ou simplement par l'aréomètre de Baumé; une vendange trop mûre donne un vin plus alcoolique, mais dénué de bouquet et difficile à conserver. L'opération du foulage peut être évitée, car la cueillette, le transport et la chute à la cuve écrasent assez de grains pour mettre en train la fermentation; la pureté de la levûre doit être obtenue en excitant son activité, de façon à détruire les autres germes parasites; on l'obtient surtout en cueillant avant la maturité de façon que le jus étant acide, favorise le développement des levûres alcooliques, et en aérant le moût par trois ou quatre insufflations pendant les deux premières journées de cuvaison.

La fermentation doit être conduite rapidement entre 20° et 28°, la décuaison doit s'effectuer quand la température décroît et que la mousse s'abaisse; au-dessus de 28° il se forme des alcools supérieurs; au-dessous de 20°, la fermentation est trop longue et il se développe des moisissures. Pendant cette opération, il faut tenir immergé le chapeau ou gâteau de marc; le vin est ainsi mieux fait, plus coloré et le marc est plus apte à faire des vins de seconde cuvée.

M. Gautier s'étend longuement sur le plâtrage destiné à augmenter l'acidité du vin, à en aviver la couleur, à précipiter les albuminoïdes, à entraîner les ferments et à assurer ainsi la conservation de la liqueur. Le plâtre introduit réagit sur la crème de tartre et forme du tartrate de chaux qui se précipite et de l'acide tartrique et du sulfate de potasse qui se dissolvent. Le plâtrage, bien qu'absolument nécessaire, est regrettable parce qu'il altère le goût du vin, le rend plus âpre, qu'il y introduit du sulfate de potasse purgatif, enfin parce qu'il rend nos vins méridionaux suspects; c'est pourquoi on a cherché à remplacer le plâtrage par le phosphatage ou le tartratage, procédés nouveaux sur l'efficacité desquels on ne peut encore se prononcer définitivement. — Après décuaison, on doit procéder à deux ou trois soutirages avant le milieu du printemps, puis au collage. — M. Gautier aborde ensuite l'étude des vins de seconde cuvée ou vins de marc pour la fabrication desquels il donne une recette qui consiste à délayer le marc dans l'eau, à soutirer le liquide, à y introduire des quantités convenables de sucre et d'acide tartrique, à faire bouillir pour intervertir et à parfaire avec de l'eau le volume à obtenir. On rejette le liquide sur le marc et on fait fermenter. Le marc restant peut encore donner de très bonne eau-de-vie.

M. Gautier s'occupe en dernier lieu des maladies qui frappent nos vins du Midi : l'ascension, causée par le mycoderma aceti; la tourne ou cassure qui décompose le tartre et l'acide tartrique en acides tartronique, acétique et lactique et qui fait tourner le vin au marron; enfin la pousse des vins qui transforme leur acide tartrique en acides carbonique, acétique et propionique. Le traitement pasteurien du chauffage est le meilleur pour combattre toutes ces maladies.

A. HÉBERT.

Fabre-Domergue (P.) — Manuel pratique de l'analyse micrographique des eaux (1 fr. 50). Paris, B. Tignol, 53 bis, quai des Grands-Augustins, 1890.

Le petit livre de M. Fabre-Domergue est un ouvrage de vulgarisation; aussi l'auteur a pris soin de le dégager de toute discussion scolastique. Il s'est contenté, et on ne saurait trop l'en féliciter, de prendre dans les diverses méthodes d'analyse micrographique des eaux celles qui lui paraissent les meilleures, et de les exposer succinctement. Disons tout de suite que le choix qu'il a fait nous paraît excellent, car il a donné la préférence aux méthodes de M. Miquel qui sont à l'heure actuelle les plus parfaites connues, si bien que ce petit manuel est en grande partie un résumé fort bien fait des travaux de M. Miquel. Ce manuel peut servir de guide pour l'analyse bactériologique des eaux et aussi de premier livre à consulter pour connaître le sujet, que l'on pourra ensuite approfondir dans les divers ouvrages plus importants qui traitent de la matière.

D^r H. DUBIEF.

4° Sciences médicales.

Cornevin (Ch.) — Des plantes vénéneuses et des empoisonnements qu'elles déterminent. Un vol. in-8° de 500 pages, avec fig. dans le texte (6 fr.). Paris 1890, Firmin Didot et Cie, 56, rue Jacob.

Depuis que la Toxicologie est entrée dans une phase véritablement scientifique, elle a surtout visé, en ce qui concerne les végétaux, l'étude de leurs principes actifs, laissant volontiers de côté la plante elle-même. Cette tendance, reflet évident de celle que manifeste la thérapeutique moderne, dont nous n'avons pas à faire ici le procès, n'est pas sans offrir de sérieux inconvénients: il est certain, en tout cas, que l'on ne peut conclure de l'effet des principes toxiques considérés isolément à l'action générale de la plante. Ces effets se produisent souvent dans des sens divers, parfois même contraires, et il s'ensuit que la résultante ne peut pas en être déterminée par la simple addition des uns et des autres. Sans prétendre qu'on puisse négliger l'étude de ces principes eux-mêmes, il est donc nécessaire, tout au moins lorsqu'ils sont multiples, d'envisager l'action directe et générale de la plante. — Telle nous paraît avoir été l'idée directrice de M. Cornevin.

Son ouvrage est divisé en deux parties, l'une générale, l'autre spéciale.

La première présente un examen d'ensemble des poisons d'origine végétale et des intoxications qu'ils occasionnent. On y trouve d'abord l'exposé de nos connaissances actuelles sur le déterminisme de la toxicité: l'auteur, étudiant l'évolution du végétal toxique et ses conditions vitales, met notamment en relief ce fait intéressant que la toxicité ne semble pas être une propriété primordiale, mais une propriété acquise sous l'influence du milieu. Il tend à expliquer de la sorte comment des plantes appartenant à des genres très différents d'une même famille naturelle produisent un poison identique, tandis que des espèces d'un même genre, vivant dans un milieu différent, sont douées de propriétés très éloignées. Témoin les *Strychnos* d'Asie, qui sont convulsivants, alors que ceux d'Amérique sont paralyso-moteurs. — Les réactions de l'organisme animal en présence des poisons sont ensuite étudiées avec un soin tout particulier: M. Cornevin examine en premier lieu les conditions de l'empoisonnement spontané et montre que si l'espèce humaine — surtout dans le jeune âge — paye un sérieux tribut à cette cause d'accidents, l'instinct si vanté des animaux est loin de leur constituer une sauvegarde absolue, principalement dans l'état de domesticité. Il nous fait voir ensuite les variations d'activité que présente le poison lorsqu'il est introduit dans l'organisme animal: avec M. Bouchard, il adopte pour étalon, à ce point de vue, la toxie, c'est-à-dire la quantité de substance véné-

neuse nécessaire pour tuer un kilogramme de matière vivante. Cette base admise, il étudie les variations de la toxie suivant la voie d'introduction du poison, l'âge du sujet, son sexe, son espèce, sa race et son individualité. Il aboutit, en ce qui concerne les espèces domestiques, à ce résultat quelque peu contraire aux idées reçues, qu'on doit les classer, relativement à leur susceptibilité générale en face des poisons, dans l'ordre suivant: Equides, Carnivores, Porc, Oiseaux, Cobaye, Ruminants, Lapin.

La seconde partie de l'ouvrage passe en revue, d'après une classification purement botanique, environ deux cents espèces de végétaux indigènes, toxiques à des degrés divers. Chacune de ces espèces est décrite d'une façon sommaire, souvent même figurée, puis analysée au point de vue de ses effets sur l'organisme, du traitement des accidents qu'elle détermine, voire du danger que peut présenter la consommation de la chair des animaux empoisonnés.

Toutes ces données sont basées à la fois sur de nombreux documents bibliographiques rassemblés par l'auteur, ainsi que sur les résultats de ses recherches personnelles. Il y a là, en somme, une foule de renseignements utiles, surtout pour les habitants de la campagne, et le livre de M. Cornevin est appelé à rendre de sérieux services, en particulier, aux médecins, aux vétérinaires et aux agriculteurs.

A. RAILLIET.

Springer (D^r Maurice) — Etude sur la croissance et son rôle en pathologie. — Essai de pathologie générale. 1 vol. in-8° (6 fr.). Félix Alcan, Edit., 108, Boulevard Saint-Germain, Paris, 1890.

Il n'est peut-être pas d'idée plus générale dans la pathologie que celle attribuant à la croissance tout un cortège de phénomènes morbides apparaissant dans cette période de la vie où l'organisme se forme, où, le nombre des cellules du corps augmentant sans cesse, une suractivité fonctionnelle devient nécessaire. Mais jamais peut-être les conséquences de cet état physiologique spécial n'avaient été exposées avec une aussi grande limpidité et autant de conviction réfléchie. Pour qui connaît l'auteur, il est facile de retrouver là les caractères principaux de son esprit: habileté particulière dans l'observation, dialectique ingénieuse et serrée dont la synthèse aboutit à des idées quelquefois théoriques, mais toujours séduisantes et originales.

Toutes ces qualités rendent bien facile et attrayante la lecture du livre de M. Springer: On peut trouver qu'il se laisse souvent emporter par son sujet, mais on constate avec plaisir que, si souvent l'idée est un peu paradoxale, elle repose sur un fonds d'observation vraie qui engage à se laisser séduire.

L'auteur estime que la période de croissance joue un rôle prépondérant dans l'évolution du futur individu et bien souvent la constitution de ce dernier ne serait que le résultat de la manière dont s'est opérée la croissance. Il se fait dans la croissance un véritable surmenage cellulaire, et si la nutrition n'est pas suffisamment active pour réparer les pertes, l'organisme se trouve en instance morbide. Si au contraire l'organisme a pu faire les frais de la croissance, il en résulte pour lui la constitution d'un état de santé plus ou moins vigoureux.

M. Springer a étudié successivement le rôle de la croissance dans les maladies des divers systèmes osseux, vasculaire, lymphatique, etc... Quelques chapitres intéressants sont consacrés à l'étude du sevrage de la puberté et de l'influence des maladies infectieuses.

D'après l'auteur, d'ailleurs, le médecin est loin d'être désarmé en présence des troubles causés par la croissance, et l'on peut dans une certaine mesure la diriger ou la corriger suivant le cas. En somme cet ouvrage est fort intéressant à lire et il porte bien la marque de l'homme spirituel et éclairé qui l'a écrit.

D^r H. DUBIEF.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 9 février 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Leveau a calculé les corrections à apporter à la valeur admise pour la masse de Jupiter (*Leverrier*) et celle de Mars (*Hall*) pour que la théorie de *Vesta*, établie sur ces éléments, s'accorde avec les observations méridiennes de cette planète; la correction introduite est notable.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Poincaré montre que l'expérience de M. Wiener exposée à l'Académie par M. Cornu comme démontrant que les vibrations de la lumière polarisée se font normalement au plan de polarisation peut être interprétée autrement. Suivant la façon dont on comprend la quantité physiquement mesurable que nous appelons *intensité lumineuse*, cette expérience justifie l'hypothèse de Fresnel ou celle de Neumann; si l'on considère que ce qui est mesuré dans l'expérience, c'est le pouvoir photochimique des radiations, c'est-à-dire la force qui tend à séparer les atomes matériels, et que l'on étudie la façon dont les radiations interviennent dans un système de deux atomes, on voit que si c'est l'énergie cinétique qui impressionne la substance photographique, l'expérience de M. Wiener donne raison à Fresnel contre Neumann; si c'est l'énergie potentielle, l'expérience donne raison à Neumann. — A propos du pouvoir photochimique des radiations, M. Berthelot remarque que la lumière ne joue, dans les réactions chimiques qu'elle provoque, que le rôle d'un agent excitateur; ces réactions sont en réalité exothermiques; le seul fait qui subsiste de réaction photochimique endothermique serait la décomposition de l'acide carbonique par la chlorophylle, mais il y a encore des réserves à faire, si l'on considère l'ensemble des réactions se produisant en même temps dans l'organisme végétal. — M. Edm. Becquerel montre quelques spécimens d'épreuves du spectre solaire avec ses couleurs propres, qu'il a obtenues il y a plus de quarante ans. — M. D. Berthelot a reconnu que la conductibilité électrique d'une solution d'un sel neutre de potasse à acide organique ne change pas par l'addition d'un excès d'acide si l'acide est monobasique, elle est diminuée si cet acide est bibasique. Les abaisséments successifs de la conductibilité produits par des excès croissants d'acide se prolongent plus longtemps dans le cas d'un acide tribasique. Ces observations peuvent servir de base à une méthode pour déterminer la basicité d'un acide dont on connaîtrait seulement le poids moléculaire. — M. Joannis a recherché s'il existait des combinaisons de l'ammoniaque avec les chlorures de potassium, de sodium et de baryum; il a déterminé ces combinaisons pour les deux derniers chlorures. — M. R. Varet montre que les cyanures métalliques proprement dits donnent naissance avec l'acide picrique à des isopurpurates, comme les cyanures alcalins ou alcalino-terreux, lorsque leur acide cyanhydrique peut être déplacé par l'acide picrique (zinc) dans le cas contraire (argent, mercure, cuivre), il n'y a pas formation d'isopurpurate. — M. L. Magnier de la Source discute l'opinion de MM. Roos et Thomas qui se refusent à admettre qu'un vin plâtré puisse à un moment quelconque renfermer du bisulfate de potassium; il expose les considérations qui lui font admettre l'existence possible de l'acide sulfurique libre dans le vin. — M. l'inspecteur général de la navigation adresse les états des crues et diminutions de la Seine observées chaque jour au pont Royal et au pont de la Tournelle pendant l'année 1890.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. Ch. Henry a imaginé un *olfactomètre* qui consiste essentiellement en un tube de papier dont une partie plus ou moins grande laisse diffuser les vapeurs odorantes, la quantité d'essence évaporée est évaluée au moyen d'un aréomètre particulier; l'auteur a déterminé le minimum perceptible pour un certain nombre d'essences. — M. L. Butte a constaté que l'extrait de valériane, soit in vitro, soit dans l'organisme, ralentit la destruction du sucre dans le sang. — M. A. Chobaut a pu observer l'évolution larvinaire complète de l'*Emenadia flabellata* (Coléoptères Rhipiphorides); il existe une première forme (triongulin) qui s'attache aux Hyménoptères pour se faire transporter dans leur nid; puis une deuxième forme, inerme, qui vit en parasite dans la larve de l'Hyménoptère jusqu'à sa transformation en nymphe. Les *Emenadia* sont parasites des guêpes solitaires. — M. T. Guitel décrit le développement des nageoires paires, pectorales et ventrales, du *Cyclopterus lumpus*, et la transformation de ces dernières en disque adhésif. — M. Stanislas Meunier détermine comme appartenant à une nouvelle espèce de *Cycadospadir*, le *C. Virei*, une empreinte de feuille recueillie dans le corallien supérieur de Verdun. — M. Gosselet conteste les conclusions de M. Oly sur les relations du bassin houiller du Boulonnais, le facies de tous les horizons du Boulonnais le rattache au bassin de Namur et non à celui de Dinant. — M. J. Seunes attribue au dévionien supérieur le marbre de *Jetou* (vallée d'Ossau, Basses-Pyrénées) et au dévionien moyen les calcaires à polyptères sous-jacents rapportés au carbonifère; la série devonienne serait ainsi complète et normale dans cette région.

Mémoires présentés. — M. J. Carvallo adresse un mémoire portant pour titre: Essai sur la théorie des mouvements internes et de translation des cyclones. M. G. Barbey adresse une note relative à un nouveau dérivé de la résorcine. — M. J. Dettweiler adresse une note relative à un appareil pour utiliser la dilatation de l'air sous l'action des rayons du soleil.

Séance du 16 février 1891

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Mlle D. Klumpke: Observations de la planète Charlois (Nice, 11 février 1891) faites à l'observatoire de Paris. — M. Rod. Wolf rappelle que l'idée fondamentale de l'appareil Ibañez-Brunner, usité en géodésie, a été déjà réalisée à la fin du XVIII^e siècle par Tralles et Hassler à Berne. — M. Rod. Wolf montre que la statistique solaire et les variations magnétiques, calculées suivant les formules qu'il a établies, offrent pour l'année 1890 un parallélisme remarquable; il y a eu un minimum à la fin de 1889 ou tout au commencement de 1890. — M. Prosper Heury mesure la variation de la réfraction atmosphérique avec la longueur d'onde lumineuse en plaçant devant l'objectif d'une lunette un réseau perpendiculaire à l'axe et dont les lignes sont parallèles au plan vertical passant par cet axe. En examinant à l'aide de ce système un point lumineux non affecté par la réfraction astronomique on remarque au foyer de la lunette, outre l'image centrale du point, une double série de spectres linéaires horizontaux; l'étude des deux spectres de premier ordre fournit la mesure cherchée. — M. G. Defforges a étudié la résistance qu'opposent divers gaz (acide carbonique sec, oxygène sec, hydrogène humide) au mouvement d'un pendule; la formule que M. Defforges avait donnée dans le cas de l'air s'applique avec les mêmes coefficients. Si donc on admet suivant l'hypothèse de sir Georges Stokes que la couche de fluide immédiatement en contact avec le corps

oscillant offre une adhérence parfaite, il en résulterait que le coefficient du frottement extérieur est le même pour tous les gaz; ce résultat est en contradiction avec les conclusions d'un grand nombre de recherches sur le frottement extérieur.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. Cornu traduisant dans la langue des physiciens l'analyse que M. Poincaré a faite de l'expérience de M. Wiener, montre que le point resté douteux, est en réalité éclairci par une expérience accessoire du même auteur; dans le cas où les deux théories en présence, celle de Fresnel et celle de Neumann, s'accordent pour affirmer l'existence d'un nœud au même point (incidence normale à la surface d'un corps de pouvoir réfléchissant égal à 1, cas théorique, dont un miroir d'argent poli se rapproche beaucoup), l'impression photographique n'a pas lieu en ce point nodal. Ce sont donc les déplacements vibratoires (énergie cinétique), et non les forces correspondant au glissement relatif (énergie potentielle) qui affectent les substances photographiques. En effet, l'amplitude des glissements est maximum en ce point. — Ce cas de l'incidence normale sur une surface réfléchissante de pouvoir réflecteur égal à l'unité est étudié dans la note de M. Potier qui montre que l'indétermination signalée par M. Poincaré disparaît quand on étudie un milieu limité et qu'on introduit les conditions à la surface. — M. Multzner : variabilité du nombre des vibrations des notes musicales selon leurs fonctions. — M. Ostwald maintient la réclamation de priorité qu'il a formulée à propos de plusieurs des faits publiés par M. D. Berthelot sur la conductibilité des acides organiques et de leurs sels. — M. D. Berthelot répond à cette note. — M. R. Varet a formé et étudié les combinaisons de la pyridine avec divers sels métalliques halogènes. — M. D. Joannis a constaté que le sodammonium se décompose spontanément à la température ordinaire en hydrogène et amidure de sodium, qui se présente sous la forme de petits cristaux blancs, il a obtenu un chlorure de disodammonium. — M. Scheurer-Kestner indique que l'huile pour rouge renferme des proportions variables des deux produits principaux qu'il a signalés dans cette préparation; le tournesol n'étant pas sensible à l'acide gras non sulfoné, tandis que la phénolphthaléine se colore que quand cet acide a été saturé, un dosage acidimétrique comparatif avec ces deux indicateurs donne la proportion du composé sulfoné et du composé non-sulfoné qui ont une valeur industrielle inégale.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. G. Colin a fait des expériences comparées sur la résistance des animaux domestiques au froid; le lapin résiste admirablement, à moins qu'il ne soit très jeune; il en est de même des oiseaux; le bœuf et le porc, à toison rudimentaire pourtant, résistent aussi fort bien; le chien vient après; les solipèdes supportent beaucoup moins bien le froid. — M. A. Pizon nie la réalité chez les Ascidies composées du développement *pacifolone* admis par M. Giard (V. *Comptes rendus*, 2 février 1891); il maintient, en s'appuyant sur les observations récentes de M. Lahlille que les *Diplosoma* ont spécifiquement deux ascidiozoïdes et jamais trois au moment de l'éclosion. — M. Sirodot, dans des fouilles pratiquées au Mont-Dol (Ille-et-Vilaine) a trouvé les débris d'un grand nombre d'éléphants, dont l'*Elephas primigenius* représente la forme type; ces débris, très fragmentés, portent des traces qui font reconnaître nettement des restes de cuisine; d'après les moaires, classées d'une façon systématique, on peut reconnaître que ces ossements proviennent d'au moins cent individus. — M. Levasseur fait hommage à l'Académie du second volume de son ouvrage : « La Population française ». — M. le Secrétaire perpétuel entretient l'Académie des résultats déjà obtenus par la mission Crampel au Congo; en particulier, les relevés de la mission reporteraient le cours de l'Oubanghi de près d'un degré plus au Nord. — M. le Secrétaire perpétuel informe l'Académie de la perte quela Science vient de faire dans la personne de Mme Kowalewsky.

Mémoires présentés. — M. D. Monclar adresse une note relative à un mode de traitement de la tuberculose. — M. Lember-Roguin adresse une note relative à la direction des aérostats.

L. LAPICQUE.

ACADEMIE DE MÉDECINE

Séance du 10 février 1891

M. Jaccoud a injecté à un cobaye 0,50 de lymphé de Koch en deux séries de 10 jours chacune, puis lui a inoculé la moitié d'un ganglion tuberculeux. Mort après un mois, c'est-à-dire dans le temps minimum d'évolution de la tuberculose chez le cobaye; — constatation à l'autopsie de lésions à l'état maximum. D'autre part un cobaye inoculé avec l'autre moitié du ganglion, le même jour, survivait encore 40 jours après. Donc, l'impregnation préalable avec la lymphé de Koch n'a en aucune action préventive. — M. Dujardin-Beaumetz en collaboration avec M. Dubief a inoculé deux séries de cobayes : chez les uns, la lymphé d'abord, puis la tuberculose, l'inverse chez les autres. Aucun des animaux n'a survécu, aucun n'a marqué la moindre amélioration. — M. Valude présente un traitement simple des ulcères cornéens de toute nature, consistant en un pansement occlusif au salol, après lavage au sublimé à 1/5,000, pansement rare, renouvelé tous les trois ou quatre jours. — M. Lagneau revient sur la nécessité de prendre des mesures énergiques contre les maladies transmissibles : vaccination et revaccination gratuites, généralisation des mesures d'isolement et de désinfection, groupement dans une même direction de tous les services d'hygiène etc., etc. — M. Créquy présente les résultats obtenus relativement à la variole à la C^{ie} du chemin de fer de l'Est où la revaccination est obligatoire; auparavant il y avait 15 varioleux par an et 3 décès en moyenne, maintenant il n'y a plus que quelques varioleux légers et pas de décès.

Séance du 17 février 1891.

M. Lefort montre d'après les statistiques anglaises (Dr Barry de Sheffield, hôpital des varioleux) que dans les épidémies de variole les vaccinés sont atteints dans la proportion d'un quart, les non vaccinés, des trois quarts; la mortalité de 35 0/0 chez les non vaccinés tombe à 3 chez les vaccinés. Les revaccinés deviennent aussi réfractaires que s'ils avaient eu la variole. Il faut donc propager la vaccination et la revaccination et améliorer ce service en France. En Prusse, citée comme exemple par MM. Brouardel et Proust, il y a non seulement la vaccination mais l'isolement obligatoire. La vaccination obligatoire seule n'empêche pas les épidémies, exemple à Sheffield, ville réalisant l'idéal à cet égard où sur une population de 274,142, il y avait 268,397 vaccinés, il y a eu 7,001 cas de variole dont 5,831 chez des vaccinés, 653 décès dont 279 chez les vaccinés; mais pendant l'épidémie l'isolement et la désinfection n'avaient pas été pratiqués. Quoiqu'on fasse une loi rendant la vaccination et surtout la revaccination obligatoire, il y aurait toujours de nombreux réfractaires qui pourraient devenir l'origine d'une épidémie. Ce qui serait beaucoup plus pratique, serait une installation modèle du service vaccinal, et l'isolement des varioleux.

Dr Ed. DE LAVARENNE.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 14 février 1891

M. A. Railliet a étudié un cas de strongyloïse bronchiale du cheval; le parasite qui produit cette affection est le *Strongylus Arnfeldi*, comme chez l'âne. — M. E. Gley a reconnu que le cœur du chien électrisé, revient à son rythme après avoir présenté des trémulations ventriculaires : 1^{er} chez les chiens refroidis; 2^{es} chez les chiens fortement chloralisés; 3^{es} chez les nouveau-nés. La nature transitoire des trémulations dans ces condi-

tions tend à démontrer qu'elles sont sous la dépendance d'un appareil nerveux. — MM. A. Mathieu et A. Rémond présentent les conclusions de leurs recherches sur le suc gastrique; ils signalent ce fait que la plupart des sucs gastriques ne sont capables de peptoniser qu'une très faible partie de l'albumine de l'alimentation. — MM. J. Grancher, H. Martin et Ledoux-Lebard obtiennent chez le lapin, par injection intraveineuse de cultures tuberculeuses, des tubercules, pourvu que la dose de virus injectée soit très petite. Les cultures atténuées donnent des formes à évolution lente. — M. H. Dubief a injecté de la lymphie de Koch à des cobayes tuberculeux; il n'a pu observer aucune action curative. — M. E. Retterer a étudié la formation de la double gaine préputiale du cheval. — MM. Gilles de la Tourette et Cathelineau ont dosé la capacité respiratoire du sang, par le procédé de Schützenberger, chez des hystériques non chlorotiques. Les chiffres obtenus ne s'écartent pas de la normale. — M. L. Olivier présente des photographies colorées suivant le procédé de M. Lumière, destinées à mettre bien en évidence les connectifs protoplasmiques inter-cellulaires des végétaux.

Séance du 21 février 1891.

M. Hénocque a vu sur un singe tuberculeux une aggravation suivre l'injection de lymphie de Koch. — M. Capitan a pratiqué aussi des injections de lymphie de Koch sur des singes tuberculeux; il n'a pas observé de réaction nette. — MM. Charin et Roger ont cultivé le micro-organisme trouvé dans le cas d'angiocholite suppurée signalé récemment par M. Bouchard; il s'agit du *bacterium coli commune* avec quelques caractères atypiques qui ont disparu dans la succession des cultures. Ces cultures, injectées dans les voies biliaires des lapins, reproduisent l'angiocholite suppurée. — M. Darsonval emploie pour obtenir dans les expériences de physiologie des excitations toujours de même intensité une bobine de fil de cuivre dans laquelle se déplace un barreau aimanté. — M. Laguesse a étudié l'anatomie du panaris chez divers poissons; cet organe est très diffus et forme un réseau dispersé dans le mésentère; dans un type, il pénètre dans le foie, sous forme d'invaginations recouvertes de péritoine accolées aux branches de la veine porte. — M. Vaillard vaccine les lapins contre le tétanos en leur injectant de grandes quantités de liquide de culture chauffé à 60° ou du trichlore d'iode. — M. Montané décrit la structure et le mode de formation du lymphangiome vrai. — MM. Dor et Courmont adressent une note sur la production expérimentale de tumeurs blanches chez le lapin, au moyen d'injections intraveineuses de cultures tuberculeuses. — MM. Bruhl et Dubief ont étudié les lésions particulières que présentent les cellules hépatiques dans la diphtérie expérimentale. L. LAPICQUE.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 20 février 1891

M. le Président lit une lettre de M. Cailletet qui renferme l'indication sommaire d'un procédé pratique permettant de produire un froid considérable et très prolongé par la détente de l'acide carbonique. — M. Lipmann fait une communication sur la photographie des couleurs; la *Revue* a déjà exposé la belle découverte qui fait l'objet de cette communication. M. Lipmann s'attache à exposer de la façon la plus élémentaire et la plus accessible à tous, le principe simple et élégant dont il est parti; il montre ensuite plusieurs des épreuves qu'il a obtenues. Les spectres sont assez intenses pour pouvoir être projetés. Si l'on fait tomber sur la plaque photographique, développée et fixée, un faisceau de lumière blanche, les rayons réfléchis viennent former sur le tableau, un spectre vivement coloré. — M. Hospitalier décrit les différents types de compteurs électriques actuellement en usage. La véri-

table dépense d'énergie électrique faite par le consommateur a pour expression l'intégrale $\int EIdt$ (E étant

la force électromotrice, I l'intensité, t le temps); c'est donc cette intégrale que devrait effectuer et enregistrer le compteur théoriquement parfait. Au début, on supposait que les machines possédaient une puissance invariable, le produit EI étant alors constant, il suffisait d'évaluer le temps. Une telle solution était évidemment grossière, aujourd'hui des appareils spéciaux sont employés. Un premier groupe convient au cas où la tension E demeure sensiblement fixe,

les compteurs effectuent simplement l'intégrale $\int Idt$.

Les uns sont fondés sur l'action chimique (Edison) d'autres sur les rotations électromagnétiques, (Ferranti, etc.) d'autres encore sur le décalage de deux pendules primitivement synchrones et dont l'un est retardé par une attraction électromagnétique (Aron). Ces compteurs peuvent donner de bons résultats, mais aussi causer de sérieux préjudices au consommateur si l'usine vient à fournir l'électricité sous des tensions plus faibles. Un second groupe comprend les appareils destinés aux machines à intensité constante, mais en France, l'emploi de ces machines est très limité. Enfin les compteurs les plus utiles sont les watts-heure-mètres qui permettent d'évaluer l'intégrale exactement. Ils sont aujourd'hui assez nombreux, on peut citer ceux de MM. Richard, Marès, Aron, Meylan, etc; presque tous ces instruments ressemblent à des électrodynamomètres, l'une des bobines étant en dérivation, l'autre parcourue par le courant principal; ils conviennent, avec de légères modifications, aussi bien dans l'emploi des courants alternatifs, à cause des phénomènes de self-induction se passant dans les bobines.

LUCIEN POINCARÉ.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

Séance du 12 février 1891.

M. Friedel présente de la part de MM. Duparc et Le Royer une série de déterminations cristallographiques de substances organiques. — M. Friedel signale l'existence dans la mine d'antracite de La Mure (Isère), d'un carbonate de magnésie hydraté dont la composition correspond à la formule $\text{Co}^2\text{Mg} + 3\text{H}_2\text{O}$. Sa composition ainsi que ses propriétés cristallographiques le font rapporter à la *Nesquehonite*, récemment découverte en Amérique par MM. Genth et Penfield. Il est probable que cette espèce est identique avec la *Landsfordite*. — M. Wyruboff, cherchant à démontrer que la molécule cristalline subsiste en solution, a examiné à ce point de vue la courbe de solubilité du sulfate de soude anhydre (à partir de 33° environ). Il la considère comme la résultante des courbes représentant les proportions relatives des deux formes α et β les plus stables sous lesquelles peut exister ce sel tétramorphe. Cette considération est appuyée par les faits suivants: en faisant cristalliser une solution à chaud, on obtient en même temps des cristaux de chacune des deux formes et la proportion de la forme β , la plus stable à chaud, va en augmentant à mesure que la température s'élève. En outre la forme α (thenardite), étant moins soluble à chaud, doit cristalliser la première, ce que l'expérience confirme. Au-dessus de 130°, la forme α n'existant plus, la courbe doit cesser d'être anormale, et c'est en effet ce qu'a montré M. Löwel. Enfin, l'addition d'alcool dans une solution portée à la température de 50° précipite en même temps les deux formes. M. Wyruboff conclut de ces faits que les molécules cristallines existent dans la solution. C'est un argument à l'appui de sa théorie du polymorphisme, d'après laquelle la molécule chimique n'aurait pas de propriétés optiques, mais seulement la molécule cristalline. — M. Malard répond

que cette hypothèse est contraire au fait que certains corps ont le pouvoir rotatoire à l'état de cristaux et ne l'ont plus en solution. — M. Friedel ajoute que la conclusion de M. Wyruboff n'est vraie que si les formes d'un corps polymorphe ne proviennent pas de groupements différents des atomes dans la molécule chimique, ce qui est loin d'être démontré; qu'en outre la théorie du carbone asymétrique de MM. Lebel et Vant'Hoff met en évidence l'influence prépondérante de la molécule chimique dans les propriétés optiques des corps dissous.

G. FRIEDEL.

SOCIÉTÉ MATHÉMATIQUE DE FRANCE

Séance du 18 février 1891

M. Raffy : Détermination de toutes les surfaces moulures qui sont applicables sur une surface de révolution. Il n'y en a pas d'autres que celles qui ont été signalées par M. Dini et qui sont engendrées par une tractrice dont le plan roule sur un certain cylindre. — M. d'Ocagne : sur les substitutions linéaires successives à une seule variable dans le cas où les coefficients se reproduisent périodiquement.

MAURICE D'OCAGNE.

SOCIÉTÉS MARITIMES SCIENTIFIQUES

NORTH-EAST COAST INSTITUTION OF ENGINEERS
AND SHIPBUILDERS

Session 1890-1891.

M. W. Hök présente un travail sur l'*Insubmersibilité des navires*, ayant pour objet de rechercher dans quelle mesure les compartiments étanches, établis selon les règlements du Lloyd, peuvent remédier au danger d'une collision. Laissant de côté la question de stabilité, il se borne à calculer l'enfoncement qui résulterait de l'envahissement de chacun des compartiments par l'eau. Il établit à cet effet des formules très simples qui donnent cet enfoncement en fonctions de quantités faciles à déterminer. Afin de tenir compte de la diversité des formes de carène, l'auteur fait d'ailleurs varier le coefficient de finesse de 0,70 à 0,79 et le rapport de la longueur au creux de 12 à 15. Il suppose en outre que le chargement consiste en charbon, dont le volume occupe 60 % de la capacité des cales. Les recherches ont porté sur 7 types de navires : les navires à un, deux, ou trois ponts soit privés de superstructures, soit pourvus des combinaisons les plus usitées de dunettes, rouffles et gaillards; les navires à spardeck, à hurricanedeck ou pont abri; enfin les voiliers. Les résultats sont représentés par des séries de courbes donnant pour chaque type et pour chaque longueur l'immersion produite en supposant successivement chacun des compartiments envahis. La seule inspection de ces courbes permet de conclure que le cloisonnement recommandé aujourd'hui encore par le Lloyd et pratiqué par les constructeurs qui se conforment à son règlement, est le plus souvent inefficace. En premier lieu, les voiliers ne peuvent rester à flot dans aucun cas. Il en est de même pour les vapeurs à pont-abri au-dessous de 106 mètres de longueur; ce n'est qu'à partir de 122 mètres qu'ils deviennent insubmersibles; or, peu de navires de ce genre atteignent de telles dimensions. Viennent ensuite les well-decks, type très répandu dans le Nord de l'Angleterre, insubmersibles au-dessus de 103 mètres; puis les différentes espèces de navires à superstructures. Les plus favorisés sont les spardecks, et pourtant l'envahissement de la cale arrière leur serait encore fatal au-dessous de 97 mètres, et c'est seulement à partir de cette longueur qu'ils continueraient à flotter, quel que soit le compartiment touché. En résumé, à ne considérer que l'immersion due à une perforation de la carène, la subdivision de la coque en compartiments étanches est insuffisante pour les navires de faible et de moyen tonnage. Il y aurait lieu en outre de rechercher, dans les cas où le navire reste encore à flot théoriquement,

si les cloisons pourraient résister à la pression de l'eau. On verrait alors combien est illusoire la sécurité attribuée aux compartiments étanches, tels qu'ils sont actuellement établis. — M. W. Russell Cummins présente une étude sur l'augmentation de la pression et de la vitesse du piston dans les machines marines. La supériorité de la triple détente sur le type Compound à deux cylindres peut être attribuée à trois causes : 1° à l'accroissement de la pression de régime qui augmente la détente ; 2° à la réduction des écarts de température et par suite des condensations dans chaque cylindre ; 3° à l'accroissement de la vitesse du piston. On trouve en effet que la vapeur à 11°5 par exemple produit dans la détente adiabatique un travail supérieur de 18 % à celui que produirait de la vapeur à 8 kil. renfermant le même nombre de calories. Il est facile d'expliquer également l'économie des détentes successives sur la détente unique au point de vue des condensations. Quant aux grandes vitesses, leur avantage résulte surtout de ce que la proportion de la vapeur condensée à la vapeur admise dans un cylindre, est d'autant moindre que l'allure est plus rapide. En pratique, c'est surtout à la haute pression que doit être attribuée l'économie de 20 % qui est réalisée en moyenne par les machines à triple expansion par rapport aux machines Compound. En portant la vapeur à 13 kilos, on réaliserait une nouvelle économie de 10 %; à 18 kil., elle serait de 16 %. Le type convenant le mieux à ces régimes serait la machine à quatre cylindres et quatre manivelles. Le nombre de tours doit être aussi grand que possible; mais il est limité par deux conditions particulières : l'une consiste en ce que la pression nécessaire à l'accélération des pièces à mouvement alternatif au début de la course ne saurait dépasser la pression initiale, sous peine de chocs; l'autre limite provient du mouvement de la bielle qui exerce sur les glissières des pressions alternatives ayant pour résultat d'échauffer la tige du piston. Le rapport des cylindres devrait en outre, selon l'auteur, être déterminé, non par la répartition égale de la puissance, mais par la condition de l'égalité des charges initiales. Prenant pour exemple une machine à triple expansion, il établit alors, d'après les principes exposés plus haut, le projet d'une machine à quadruple expansion, produisant la même puissance. Il trouve que la première, à 11 kilos de pression et 65 tours par minute pourrait être remplacée par la seconde, fonctionnant à 17 kilos et 100 tours, avec une économie de vapeur d'environ 15 % et une sensible économie de poids. — M. Cummins termine par la description d'une chaudière destinée à produire la vapeur à 17 kilos. La grande difficulté étant la construction d'un foyer capable de résister à une telle pression, il imagine de revenir aux foyers extérieurs; le corps de la chaudière ne contient plus que le faisceau tubulaire. En réunissant deux corps bout à bout avec leurs foyers adossés, on réduit d'ailleurs au minimum la perte par rayonnement. Enfin l'encombrement de cette chaudière est moindre que celui des types ordinaires, à égalité de surface de chauffe.

L. VIVET.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 5 février 1891.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. Norman Lockyer étudie la raie principale du spectre des Nébuleuses. Il montre que les observations publiées par M. Keeler sur ce sujet (Publications de la Société astronomique du Pacifique n° 11) permettent d'assigner à cette raie une longueur d'onde de 5005,68. Elle est donc de 1,48 moins réfrangible que la raie du plomb dont le D^r Huggins se servait antérieurement comme raie de comparaison, et de 0,82 plus réfrangible que le bord de la cannelle du magnésium. Les mesures montrent aussi que la raie la plus brillante du spectre des diverses Nébuleuses peut être plus ou moins réfrangible que la cannelle du magnésium qui est en λ 5006,5.

M. Maunder (dans le journal de l'Association astronomique anglaise) a fait la remarque que toutes les Nébulæ observées se trouvent dans cette moitié de la sphère céleste sur laquelle se déplace le soleil, et qu'un mouvement de 36 milles à la seconde suffirait à faire coïncider la raie des nébulæ avec la cannelure du magnésium. La conclusion, c'est que nous ne savons pas assez exactement la position de la raie des Nébulæ pour déterminer si elle coïncide ou non avec la cannelure du magnésium et que les résultats numériques obtenus par M. Keeler ne peuvent être considérés comme définitifs.

²⁹ SCIENCES NATURELLES. — M. J. P. Anderson Stuart décrit une membrane qui limite la fosse patellaire du corps vitré. On admet d'ordinaire que le cristallin et la paroi postérieure du canal de Petit sont en contact immédiat avec la substance du corps vitré. D'après M. Stuart au contraire il existe une membrane distincte qui les sépare du corps vitré. Une des preuves de ce fait, c'est que cette membrane hyaloïde se colore en rouge par le micro-carmin et le corps vitré en jaune. Si l'on concentre les rayons solaires sur la membrane hyaloïde, elle prend un aspect fluorescent comme si sa surface avait été humectée avec une solution de sulfate de quinine. Si l'on fait une déchirure dans la membrane hyaloïde, on constate que dans ce cas on ne peut observer un semblable phénomène à la surface du corps vitré, qui reste transparent et garde l'apparence du verre. On peut au reste isoler la membrane à l'orifice d'un tube à essai, et la soumettre à l'examen microscopique. Il ne semble donc pas douteux que dans l'œil parfaitement frais et qui n'a subi aucune altération, il n'existe derrière la paroi postérieure de la capsule cristalloïde une couche de structure membraneuse qui offre toutes les propriétés d'une membrane distincte très analogue à la membrane hyaloïde, mais qui diffère à plusieurs égards de la substance vitrée. M. Stuart étudie ensuite les connexions qui existent entre la cristalloïde et le ligament supérieur du cristallin. L'opinion générale c'est qu'il y a continuité de substance entre la zonule et la capsule. M. Stuart rapporte une observation qui montre que la zonule est seulement unie par un ciment à la capsule. — M. Stuart expose ensuite un procédé simple pour faire voir que la forme du thorax est partiellement déterminée par le pesantour. On prend un cercle fait d'une bande d'acier, tel qu'on l'emploie pour les crinolines, d'un 1/2 pouce de large et de 6 pieds de long, et on le dispose de telle sorte qu'il soit placé dans un plan vertical; il affecte alors la forme d'une ellipse. On serre alors fortement le cercle entre l'index et le pouce et on fait graduellement tourner la face inférieure de la partie que l'on tient jusqu'à ce qu'elle regarde en avant. La partie antérieure du cercle sera naturellement plus basse, ce qui correspondra en quelque mesure à la forme des côtes. En même temps les deux diamètres se rapprocheront l'un de l'autre. Si on continue le mouvement de rotation jusqu'à ce que la face qui regardait en avant regarde en haut et en avant, de telle sorte que le plan de la portion du cercle que l'on tient corresponde à celui dans lequel se trouve la partie inférieure de la région dorsale de la colonne vertébrale, l'obliquité diminuera, le diamètre transversal l'emportera sur le diamètre antéro-postérieur, et la courbure ainsi que la direction de la surface des basses côtes seront exactement reproduites. On peut alors voir la torsion du long axe de la côte et ce grand creux de la colonne vertébrale, qui à un caractère si marqué du thorax humain. Cette simple expérience semble suffire à expliquer les formes du thorax chez les quadrupèdes et chez l'homme et indique que le pesantour a une plus large part qu'on ne le suppose d'ordinaire dans les conditions qui les déterminent. — M. G. Johnson fait une communication sur la physiologie de l'asphyxie et l'action anesthésique de l'azote pur. La cause immédiate de la mort par asphyxie, pour lui, est l'arrêt de la circulation

pulmonaire. Voici les faits qui le prouvent : 1° Quand on ouvre la poitrine d'un animal asphyxié par ligature de la trachée, immédiatement après la mort, on trouve le cœur droit très distendu tandis que le cœur gauche est relativement vide. 2° Quand on met à nu le cœur d'un animal pendant l'asphyxie, on voit le cœur droit se distendre peu à peu, tandis que le cœur gauche, d'abord gorgé de sang, s'affaisse et se vide presque. 3° Dans la dernière période de l'asphyxie, il y a un continué accroissement de pression dans l'artère pulmonaire, tandis que la pression tombe dans le système artériel. L'auteur a fait aussi quelques expériences sur l'action anesthésique de l'azote pur et de l'azote mêlé à une faible proportion d'oxygène. Il a constaté que l'inhalation de ces gaz détermine l'anesthésie complète et des phénomènes généraux précisément semblables à ceux qui accompagnent l'inhalation de protoxyde d'azote.

Séance du 12 février 1891.

¹⁰ SCIENCES PHYSIQUES. — MM. Alder Wright et C. Thompson communiquent le résultat de leurs recherches sur certains alliages ternaires. C'est leur troisième communication; elle porte sur les alliages de bismuth, zinc et étain et sur ceux de bismuth, zinc et argent. On remarque que lorsque l'on compare les effets relatifs à la solubilité du zinc dans le bismuth et du bismuth dans le zinc par la présence simultanée de l'étain ou de l'argent, on arrive au même résultat général que dans le cas des alliages de plomb, d'argent et de zinc, de plomb, d'étain et de zinc, c'est-à-dire que l'on constate que dans l'un et l'autre cas la solubilité est plus augmentée par la présence d'une proportion donnée d'étain que par celle de la même proportion d'argent. — MM. Alder Wright, C. Thompson et J. G. Léon présentent une note sur une méthode pour représenter graphiquement la manière dont certains mélanges de trois métaux fondus ensemble se séparent d'eux-mêmes en deux alliages ternaires.

²⁰ SCIENCES NATURELLES. — M. W. D. Williamson fait une communication sur l'organisation des plantes fossiles des couches carbonifères (*coal measures*). Il avait antérieurement appelé l'attention sur l'existence dans les plus anciennes roches carbonifères d'une forme remarquable de fructification qui semblait appartenir à la famille des Calamites. Cette fructification a été identifiée avec celle du genre *Bourmannites* par le professeur Weiss, et le professeur Williamson a accepté cette identification. La découverte d'un certain nombre de nouveaux spécimens a jeté beaucoup de lumière sur la nature de la plante et a conduit le professeur Williamson à refaire son histoire. Il donne aussi une description d'une plante désignée par le nom de *Rachiopteris ranosa* et qui appartient à l'une de ces espèces à type de fougères, qu'on a provisoirement rangées dans le groupe des *Rachiopteris*. — M. Schaffer traite de la structure du protoplasma amiboïde, compare la contraction des cellules amiboïdes et dutissu musculaire; il expose une hypothèse sur le mécanisme des mouvements ciliaires. Les observations montrent que le protoplasma est composé de deux parties morphologiquement distinctes, dont l'une présente une disposition réticulée et possède une affinité pour l'hématoxylène tandis que l'autre ne laisse apercevoir aucune différenciation et se comporte d'une façon différente à l'égard des réactifs chimiques. Si l'on compare la structure du protoplasma à celle du muscle strié, on trouve de nombreux points de ressemblance. La substance perforée des muscles ressemble d'une façon frappante à la substance réticulée ou lacuneuse (*sponge-like*) qu'on peut regarder comme composant les cellules amiboïdes, telles que les globules blancs du sang, et la substance claire qui dans le muscle non contracté occupe les intervalles entre le « sarcos élément » et la membrane transverse semble posséder des fonctions analogues à celles du « zoïde » hyalo-plasmique de Brucke. La structure et le mode d'activité de la cel-

lule amiboïde et du muscle semblent donc les ranger dans la même catégorie. — M. **Frenton Evans** présente une note sur la mise en évidence par la coloration du « fungus » pathogène de la malaria, sur sa culture artificielle et les résultats obtenus par son inoculation. Il croit avoir établi en se servant de certaines méthodes de coloration, l'existence d'organismes dans le sang et dans les tissus dans la malaria. Il a réussi à isoler ces organismes et à les cultiver artificiellement; l'inoculation des cultures sur divers milieux nutritifs à des cabayes, à des singes et à des lapins ont déterminé une maladie qui a été mortelle en plusieurs cas. Il conclut que le « fungus » de la malaria peut être cultivé hors du corps et qu'il possède des propriétés pathogènes.

Richard A. GREGORY.

SOCIÉTÉ ROYALE D'ÉDIMBOURG

Séance du 16 février 1891.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Le professeur Tait lit un mémoire de M. Robert Brodie sur la valeur de la méthode de démonstration par superposition.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — Le professeur Tait lit une note sur le viriel. Dans une communication précédente il avait déduit de l'expression du viriel une équation générale reliant la pression, le volume et la température d'un corps et il avait donné les valeurs numériques des constantes de cette équation, de façon qu'elle représentait assez grossièrement les lignes isothermiques de l'acide carbonique. Dans la note actuelle, il donne d'autres valeurs des constantes avec lesquelles l'équation représente avec une grande exactitude les isothermes au voisinage du point critique. — Le Dr **Haycraft** décrit une méthode pour déterminer la densité d'un liquide dont on ne possède qu'une faible quantité. Une goutte du liquide est placée dans un autre plus dense, on ajoute un liquide de densité moindre jusqu'à ce que la goutte reste suspendue dans le mélange. — Le professeur Cargill G. Knott communique un mémoire sur l'action mutuelle des aimantations longitudinales et circulaires des fils de fer et d'acier. Dans un mémoire précédent sur ce sujet, le professeur Knott a décrit les effets que l'on peut observer quand un courant constant est lancé dans un fil qui est soumis à une variation formant un cycle dans son aimantation longitudinale. Il a depuis trouvé que plusieurs des résultats étaient dus à une augmentation négligée de la torsion qui avait été donnée au fil avant son aimantation. Une torsion, qui ne dépasse pas quelques minutes d'arc par centimètre de longueur cause une modification profonde dans la grandeur, de la polarité qui est développée dans le fil par le processus de l'aimantation, quand on maintient un courant constant. L'effet du courant est de diminuer l'hystérésis. — Le Dr **Berry Haycraft** discute les critiques adressées par Salkowski et Jolin à son procédé pour doser l'acide urique. Il cite les avis favorables de Hermann Czapek et Camerer et conteste que les résultats contraires puissent être considérés comme certains. — Le Dr **Hugh Marshall** décrit un procédé de préparation, et montre un spécimen de persulfate de potassium. La découverte inattendue de la stabilité d'un sel d'acide persulfurique est d'une grande importance théorique. — Le Dr **John Murray** communique un mémoire sur la température du golfe de Clyde; entre autres points il décrit l'action d'une brise en été sur l'accumulation de chaleur à la surface de l'eau au voisinage de la rive et l'action d'une brise de mer qui éloignant les surfaces chaudes de la côte cause le refroidissement de l'eau. Cette action est renversée en hiver. Dans un cas on a observé une variation de température de plusieurs degrés, à deux jours de distance d'un changement dans la direction du vent.

Séance du 26 février 1891.

Le professeur **Rutherford** sur la demande du conseil de la Société fait une conférence sur le sens de l'ouïe.

W. PIEDIE, Docteur de l'Université d'Édimbourg.

SOCIÉTÉ PHILOSOPHIQUE DE MANCHESTER

Séance du 10 février 1891.

M. P. F. **Kendall** a trouvé dans l'île de Man des blocs composés d'une espèce particulière de hornblende bleue qui ne se trouve nulle part ailleurs, que sur le rocher d'Ailsa Craig sur la côte d'Ecosse. Il conclut que ces blocs ont été apportés en Man par un glacier venant du bassin du Clyde pendant l'époque glaciale. Cette conclusion appuie les théories de MM. J. Horne et M. James Geikie sur la direction générale des glaciers dans le bassin de la mer irlandaise.

Philippe HARTOG.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

(SECTION DE MANCHESTER)

Séance du 6 février 1891

M. C. O. **Weber**. — Sur les ciments magnésiens. L'auteur a cherché à améliorer le ciment de Sorel qui est formé par un mélange de magnésie très dense avec une dissolution de chlorure de magnésium à 80 %. En variant les proportions des constituants, il a trouvé que les meilleurs résultats s'obtiennent en prenant des quantités égales de chlorure et d'oxyde, avec un minimum d'eau. On ne peut pas se servir de ce ciment à l'extérieur des bâtiments, etc., car il est attaqué par l'eau. Le chlorure de magnésium n'y peut pas être remplacé par d'autres chlorures de métaux alcalins ou alcalino-terreux. Le ciment magnésien le plus dur qu'il ait pu obtenir se compose ainsi : Magnésie, 100 parties; chlorure de magnésium, 9 parties (en forme d'une dissolution à 80 %); silice anhydre, 15 parties. Le ciment ne se rompt qu'avec une tension de 1,788 livres anglaises par pouce carré. L'auteur s'en est servi avec succès pour construire des bases pour les machines à vapeur. Il ne peut guère servir dans la construction des réservoirs à acide, car les acides étendus l'attaquent, quoique les acides concentrés soient sans action sur lui.

Philippe HARTOG.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE BERLIN

Séance du 20 février 1891

M. **Feustner** présente un nouveau galvanomètre construit dans les ateliers de l'Institut impérial de Physique technique. Le but qu'on poursuivait était d'avoir un instrument qui joignît à une construction aussi simple que possible une sensibilité égale à celle des instruments anglais. Ce but paraît être atteint en choisissant un système magnétique aussi léger que possible. La meilleure forme des aimants est celle de petites plaques ou de petits gobelets comme ceux des anémomètres, qui sont aimantés en sens opposé, de sorte que le tout constitue un système astatique. M. **Kundt** remarque, à ce propos, que les galvanomètres astatiques de Siemens et Halske égalent et surpassent même quelquefois en sensibilité les instruments anglais, si l'on remplace les aimants un peu trop lourds par des aimants plus légers. — M. **Rubens** a construit un électrodynamomètre, d'après le principe du galvanomètre de Rosenthal. La partie essentielle est un S en fils de fer suspendu par un fil de coco dont les deux bouts se trouvent vis-à-vis de deux petites bobines qui l'attirent dès qu'un courant les parcourt. L'instrument est très sensible; les courants d'un téléphone dans lequel on parle donnent d'assez grandes déviations. Le dynamomètre, cependant, ne peut être employé que pour des courants faibles; dès que les courants sont plus forts, le magnétisme rémanent des fils en fer rend illusoires les observations. — M. **Kundt** décrit quelques expériences qu'il a fait faire pour examiner la formule connue pour le flux entre

deux sphères dont le rayon est égal à p et dont la distance est grande par rapport à leur rayon. Si le milieu est supposé indéfini, la résistance totale R du milieu a pour expression :

$$R = \frac{1}{2\pi\epsilon p},$$

si ϵ représente le coefficient de conductibilité (voir Mascart et Joubert : *Leçons, etc.*, I, 238). Dans un vase de 1^m,5 de longueur, plongeant deux sphères en cuivre dont le rayon était de 4^{mm}. Pour une solution de sel commun on trouvait, si la distance des deux sphères variait entre 80 et 10 cm., la résistance sensiblement constante. Les valeurs limites sont :

Pour 80 cm.	89,8
Pour 10 cm.	$R = 88,3$

D^r HANS JAHN.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 5 février 1891.

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. Albert Obermayer. Explication de certains phénomènes d'attraction en relation avec les décharges électriques. L'auteur a effectué des recherches qui mettent hors de doute que l'adhésion de plusieurs feuilles de papier contre un plateau métallique, adhésion produite par le passage d'étincelles électriques, est due à l'électrisation du papier, les deux faces de la feuille de papier se chargeant alternativement d'électricité positive et d'électricité négative.

2^{re} SCIENCES NATURELLES. — M. J. Kusta. Sur les animaux fossiles invertébrés des terrains carbonifères de Bohême. — M. Holl. Sur le développement et les changements de position des articulations chez l'homme. L'auteur étudie la formation des articulations, il examine le processus de cette formation chez l'embryon et chez l'adulte ; il passe en revue les articulations du bras, de la main, de la jambe et du pied. La forme des os est bien conforme à la nécessité pour l'homme de marcher droit ; elle se distingue nettement de la forme correspondante chez les animaux ; chez l'embryon déjà apparaissent les mêmes caractères, mais les articulations ne sont pas encore dans leur position définitive, le développement est accompagné d'un changement de position.

Émile WEYR,
Membre de l'Académie.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE SAINT-PÉTERSBOURG

Séance du 16 décembre 1890

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Imchenetsky, membre de l'Académie, présente une note intitulée : *L'intégration des équations linéaires, homogènes, par les résolutions partielles des autres équations de même espèce, de même ordre ou d'un ordre inférieur*. Cette note a pour but de démontrer qu'il peut y avoir autant d'équations adjointes analogues à celles qu'avait décon vert Lagrange, qu'il y a d'unités dans l'exposant de l'ordre de l'équation y compris l'équation de Lagrange. On y trouve la conclusion suivante : on peut toujours déduire de l'intégrale de l'une des équations adjointes, l'intégrale générale d'une équation donnée.

2^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. Th. Beilstein, membre de l'Académie, présente un travail fait en collaboration avec M. R. Luther sur la séparation de l'oxyde de fer et de l'alumine, d'après une nouvelle méthode. Cette méthode est basée sur la différence de solubilité dans l'eau, des nitrates basiques obtenus par l'évaporation dans un bain-marie, d'une solution d'alumine et d'oxyde de fer dans l'acide nitrique. Le mémoire *in-extenso* sera prochainement publié dans les *Mélanges physiques et chimiques tirés du Bulletin de l'Académie*. — M. N. Beketof, membre de l'Académie, entretient la savante compagnie de ses expériences sur la combustion des

mélanges, secs et humides, d'oxyde de carbone et d'oxygène. Les expériences sont destinées à expliquer le phénomène découvert par Dickson d'après lequel la présence de la vapeur d'eau est une condition indispensable pour la propagation de la combustion, en vertu du principe que la décomposition est d'autant plus facile qu'est plus grande la différence du poids atomique entre les parties composant le mélange. — M. Chénrok : *Recherches sur la crue et les hautes eaux à Pétersbourg pendant la période de 1878 à 1890*. En relevant l'état de l'atmosphère dans les journées d'inondations et de hautes eaux, l'auteur arrive à la conclusion que les inondations ont lieu par suite des vents de l'ouest produits par les cyclones passant au nord de Saint-Petersbourg et que par conséquent elles peuvent être prévues d'avance. — M. Godmann. *Sur la marche journalière de la température et de l'humidité dans la ville de Paoïorsk pendant les journées claires et les journées brumeuses*.

3^{re} SCIENCES NATURELLES. — M. Khronchtchef lit une communication préliminaire sur les roches recueillies par M. Lopatin sur les bords de la rivière Tougous-Ka pierreuse (Podhamennaya Tougousko.) Les roches de plagioclase, de structure diverse mais toujours très anciennes, présentent une grande analogie avec les basaltes typiques. L'auteur les décrit sous l'ancien nom *Trapp*. L'étude micrographique de ces roches faite avec grand soin présente une grande importance si l'on se rappelle qu'elles s'étendent sur une grande partie de la Sibérie et de la Russie du Nord.

Séance du 30 décembre 1890.

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. Wild, membre de l'Académie, lit un rapport sur deux notes. L'une de ces notes, due à M. Bergstreser, est intitulée : *La comparaison du climat de Pavlosk, de Saint Petersbourg et de Kronstadt*. L'auteur y a prouvé d'après les observations pendant une période décennale (1878-1887) que même malgré une distance aussi faible qui existe entre Kronstadt et les deux autres villes, le climat est plus continental dans ces dernières. En outre, pendant l'hiver, quand Kronstadt est bloqué par les glaces, son climat se rapproche davantage du climat continental. La deuxième note de M. Leist est relative à l'influence de la température de la colonne de mercure dans les thermomètres à maxima et dans les psychromètres-thermomètres humides. Dans ces deux instruments la température de la colonne de mercure n'est pas la même au moment de sa séparation de la boule du thermomètre et au moment où se fait la lecture ; les différences dépassent l'erreur admise dans les observations météorologiques (0^{re}, 1). M. Leist a calculé la correction pour la plupart des cas et l'a déterminée empiriquement.

2^{re} SCIENCES NATURELLES. — M. Khronchtchef : sur une nouvelle roche leucitique trouvée en dehors de l'Europe (en Sibérie, sur le fleuve Podkamennaya Tounyonyka, par M. Loposin). On peut rapporter cette roche aux phonolithes. C'est la première fois que l'on signale la leucite de l'autre côté de l'Oural. — M. Schrenk, membre de l'Académie, présente à l'Académie le manuscrit prêt à l'impression, du second volume de son travail sur les indigènes de la région du fleuve Amour. Le premier volume de cet ouvrage, publié il y a quelques années, contient comme on le sait, des renseignements géographiques, historiques et anthropologiques d'un intérêt considérable. Le deuxième est consacré entièrement à l'éthnographie. Il comprend la description des mœurs et du genre de vie des indigènes : leurs habitations, leur vêtement, leur nourriture, leurs occupations (chasse, pêche) ; enfin les rapports des indigènes, tant entre eux, qu'avec les Russes et les Chinois. Ce volume est accompagné de 37 planches et de quelques figures dans le texte.

Dans une séance ultérieure dont bientôt nous rendrons compte, M. le Président annonce à l'Académie la mort de M. K. Maximovitch survenue le 16 février. Cette mort

prive l'Académie d'un de ses membres les plus éminents. C'est cet infatigable savant qui a fait connaître la flore de l'Asie orientale en explorant lui-même cette partie du monde, et en étudiant aussi les collections des autres voyageurs. Parmi ses travaux il faut surtout citer : *Primitivæ floræ amurensis, Diagnoses breves*

plantarum novarum Japoniæ et Mandchuriæ, Diagnoses plantarum asiaticarum bien connues des botanistes. Il s'occupait des collections du célèbre Przevalski, quand la mort est venue le surprendre.

O. BACKLUND,
Membre de l'Académie.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

SOPHIE KOWALEVSKY

M. Hugo Gylden, Correspondant de l'Académie des Sciences de Paris, a récemment annoncé à la savante compagnie la mort de Mme Sophie Kowalevsky. Cette nouvelle a douloureusement ému le monde savant. Mme Kowalevsky avait cultivé les mathématiques avec éclat; notre Académie des Sciences avait tenu à lui donner il y a quelque années une marque particulière de haute estime en l'invitant à assister à l'une de ses séances, où d'ordinaire les femmes n'ont point accès.

Le journal anglais *Nature* (17 février 94) vient de publier sur la défunte la notice suivante, qu'il nous a paru intéressant de faire connaître à nos lecteurs :

« Les journaux suédois nous apportent la triste nouvelle de la mort de Mme Sophie Kowalevsky, professeur de mathématiques à l'Université de Stockholm. Mme Kowalevsky se trouvait, au moment des fêtes de Noël, dans le Midi de la France; elle revint à Stockholm le 4 février, et commença son cours le 6. Le soir de ce même jour, elle tomba malade, et mourut le 10 février, d'une attaque de pleurésie. Elle était née en 1833, à Moscou, et avait passé son enfance dans une petite ville de la Russie-Occidentale, où se trouvait alors son père, le général d'artillerie Corvin-Krukowski; plus tard, elle habita les terres de son père, dans la même partie de la Russie. La première instruction lui fut donnée par son père; mais il semble que c'est son oncle maternel, Schubert, ingénieur de renom, qui développa en elle le goût de la science. Elle perdit de bonne heure son père et sa mère, et éprouvant une ardente sympathie pour le mouvement qui se produisait alors parmi la jeunesse russe, elle parvint à obtenir la permission d'étudier à Saint-Petersbourg. L'année suivante, — c'était en 1869, et elle n'avait alors que seize ans, — elle fut admise comme étudiante à l'Université d'Heidelberg, et commença l'étude des hautes mathématiques. C'est à cette époque, bien qu'extrêmement jeune, qu'elle épousa Kowalevsky, le professeur bien connu de paléontologie à Moscou. De 1871 à 1874, elle revint de nouveau en Allemagne, à Berlin cette fois, où elle étudia les mathématiques sous la direction de Weierstrass; et à l'âge de vingt et un ans, elle recut le grade de docteur en philosophie, à Göttingen. Elle perdit son mari en 1883; l'année suivante, au mois de juin, on lui offrit la chaire d'Analyse mathématique à l'Université de Stockholm, à la condition qu'elle ferait le cours en allemand la première année, en suédois les années suivantes. C'est ce qu'elle fit, et avec beaucoup de succès; beaucoup de ses élèves suédois sont actuellement devenus professeurs eux-mêmes. Ses principaux travaux mathématiques sont : Sur la théorie des équations aux différentielles partielles (*Journal für Mathematik*, 1874); Sur la réduction d'une classe d'intégrales abéliennes du troisième degré en intégrales elliptiques (*Acta Mathematica*, 1884) (Ces deux mémoires sont reliés aux recherches de Weierstrass); Sur la transmission de la lumière dans un milieu cristallin (paru d'abord dans le recueil suédois *Förhandlingar*, et ensuite dans les *Comptes rendus*, 1884). Ce mémoire

n'est qu'un fragment d'un travail plus étendu, dans lequel Mme Kowalevsky donne le moyen d'intégrer certaines équations différentielles qui jouent un rôle important en optique. Enfin : Sur un cas particulier du problème de la rotation d'un corps pesant autour d'un point fixe (*Mémoires des Savants étrangers, Académie des Sciences de Paris*, 1888). Ce dernier mémoire recut de l'Académie des Sciences le prix Bordin dont la valeur fut doublée, en raison du « service tout à fait extraordinaire » rendu à la physique mathématique par l'œuvre de Sophie Kowalevsky. Elle fut aussi nommée membre correspondant de l'Académie des Sciences de Saint-Petersbourg.

« Outre ses travaux mathématiques, Sophie Kowalevsky avait commencé récemment à produire des œuvres littéraires. L'autobiographie de sa première enfance (*Souvenirs d'enfance*) publiée l'année dernière dans une revue russe, est une des plus belles reproductions de la littérature russe moderne. En 1887, elle publia dans la revue suédoise *Norna* l'introduction à une nouvelle *Væ Victis*; et dans les derniers numéros du *Mordisk Tidskrift* elle donna, sous le pseudonyme de Tanya Kerevski, un fragment d'une nouvelle plus longue, « la Famille des Vorontsoffs » dont elle laisse le manuscrit entièrement prêt pour l'impression. Dans sa dernière lettre à l'auteur de ces lignes, en décembre 1890, elle parle de faire une version anglaise de cette nouvelle, qui, quoique écrite en russe ne pouvait pas être publiée dans sa patrie.

« Il n'est pas besoin de dire qu'une femme aussi brillamment douée que Sophie Kowalevsky était de la plus grande modestie. Elle prit un grand intérêt à la vie intellectuelle suédoise, et se fit beaucoup d'amis, tant à Stockholm que dans ce pays qu'elle visita l'année dernière. Elle laisse une fille âgée de onze ans. Les journaux suédois parlent avec beaucoup de sympathie et de regret de leur professeur « Sonya » (diminutif de Sophie) Kowalevsky.

« Dans ses « Souvenirs d'enfance », Mme Kowalevsky raconte une anecdote digne d'être citée. Elle avait alors dix ans et demeurait dans la maison de campagne de son père. La maison eut besoin d'être réparée, et l'on fit venir de Saint-Petersbourg des papiers de tenture. Mais il se trouva qu'il n'y en eut pas pour la chambre des enfants, dont les murs furent recouverts avec le cours lithographié d'Ostrogadski sur l'analyse mathématique, cours qui provenait des années d'étude de son père; et la petite Sophie, qui dévorait toutes les feuilles imprimées qui lui tombaient sous la main, au grand désespoir de sa gouvernante anglaise, passait son temps à lire ces dissertations mathématiques, mêlées d'incompréhensibles hiéroglyphes. « Il est assez étrange, dit-elle dans ses mémoires, que, lorsqu'à seize ans je commençai l'étude du calcul différentiel, mon professeur fut étonné de la rapidité avec laquelle je le compris, comme si j'avais une reminiscence d'avoir déjà connu ce qu'il me disait. La continue lecture des papiers collés sur les murs avait certainement laissé des traces inconscientes dans mon esprit d'enfant. »

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LA NATURE DES SÉCRÉTIONS MICROBIENNES

L'étude des sécrétions microbiennes comporte divers points de vue, le point de vue physiologique, par exemple, ou encore le point de vue chimique. Malheureusement, quel que soit le côté par lequel on considère la question, on saisit bien vite les lacunes et le manque de précision de nos connaissances relatives à ce sujet. Et cependant depuis quelques années, les notions vont s'accumulant, en particulier touchant le groupe de ces sécrétions qui jouent un rôle dans les phénomènes pathologiques. Aussi n'est-il pas inutile de donner quelque aperçu sur ces produits nés des infiniment petits.

I

Dans la genèse des accidents morbides, les pigments offrent jusqu'à ce jour une importance médiocre. Cependant, dans certains flux diarrhéiques, dans des expectorations spéciales, dans des exsudations plus ou moins anormales, dans la mélanémie, la coloration paraît attribuable à des microbes ou plutôt à leurs matières solubles. La teinte du pus bleu nous en offre un exemple. On peut, comme chacun le sait, retirer de ce pus bleu un corps aujourd'hui nettement défini, la pyocyanine, corps qui se dissout en bleu dans le chloroforme, en rose dans l'eau acidulée, en vert dans quelques bases, etc., corps qui, d'après Lederhose, posséderait la formule suivante : $C^{14}H^{11}Az^2O$. Cette substance s'éloigne un peu des ptomaines par le chiffre élevé de son carbone relativement à l'hydrogène; elle doit être considérée, toujours d'après Lederhose, comme appartenant au groupe anthracique des éléments aromatiques. — Cette pyocyanine relativement peu toxique, du moins

aux doses que l'on a injectées, sert en outre à dépister et à reconnaître avec certitude l'existence du bacille qui lui donne naissance, bacille dont le rôle, en expérimentation, a pris une grande extension.

Les agents des putréfactions fabriquent surtout des bases. On doit à Brieger la connaissance de la neuridine, de la putrescine, de la gadinine, toutes trois extraites des viandes pourries; on lui doit également la connaissance de la cadavérine, de la saprine, retirées des cadavres. A côté de ces principes d'une toxicité nulle ou médiocre, il convient d'en placer de plus dangereux, dont la découverte appartient au même Brieger; telles sont la choline, la neurine, la muscarine. Nencki nous a révélé, la collidine; Gautier et Etard, l'hydrocollidine; Mosso, Guareschi, la parvoline, etc. — Nous citons et nous omettons pour arriver plus vite aux sécrétions que nous avons principalement à considérer.

II

Déjà Bergman, Schmiedberg, en 1868, avaient mis en évidence l'existence, dans le pus, d'une matière azotée; déjà Zuelzer, Sonnenschein, au sein des tissus putréfiés, ont dépisté un corps mydriatique. Plus près de nous Pouchet, Villiers, ont isolé, des déjections des cholériques, des alcaloïdes toxiques.

Toutefois, c'est encore et surtout Brieger, qui a pu aboutir, en étudiant les cultures des différents microbes, à quelques résultats positifs. — Dans les milieux, où avait vécu le bacille d'Eberth, il a trouvé la typhotoxine, base à chlorhydrate déliquescent, provoquant chez le cobaye l'entérite, l'accé-

lération respiratoire, enfin la mort par arrêt du cœur en systole. — Il a également retiré des bouillons du bacille-virgule plusieurs bases ; on peut citer, parmi elles, la gadinine, la putrescine, la cadavérine, toutes trois connues antérieurement, et dont les deux dernières provoquent l'inflammation, la nécrose de l'intestin, la suppuration, particulièrement la cadavérine, d'après Grawitz, Behring ; une quatrième base jusque-là ignorée paraît être hypothérisante, à l'inverse de la mydaléine ou de la diastase de Roussy. — A signaler encore, à propos du choléra, les travaux de Lesage et Winter (*Acad. Méd.*, 1889), et ceux de Scholl (*Klin. int. Rundsch.* 1890).

Pour le tétanos, Brieger opérant sur des cultures malheureusement impures du microbe de Rosenbach, a découvert quatre toxines : la tétanine, la tétanotoxine, la spasmotoxine, en outre un principe innommé. Ces corps offrent un intérêt d'autant plus grand qu'ils agissent d'une façon intense sur l'appareil nerveux-musculaire, en provoquant des convulsions, et parfois des paralysies. Leur injection est suivie de phénomènes qui rappellent les accidents qui se développent à la suite de l'inoculation du bacille tétanique. — Kitasato et Weyl, Knud Faber, Tizzoni et Cattani, plus récemment Vaillard et Vincent (*Soc. Biol.* 1890) ont repris l'étude chimique des cultures du tétanos. La conclusion dernière est que la toxine se rapproche singulièrement des diastases.

Traversa et Manfredi ont retiré du bouillon du streptocoque de l'érysipèle des éléments convulsivants et paralytiques. Convenons que ce genre d'accidents est cependant chose rare au cours de cette infection.

Il existe à côté des corps alcaloïdiques, si en honneur depuis Selmi, Gautier, Battistini, Nencki, etc, et dont en ce moment la faveur pâlit pour faire place à celle des toxalbumoses, il existe d'autres principes d'origine microbienne doués d'action sur l'organisme.

Christmas (*Ann. Inst. Pasteur*) a constaté que la culture pure du *staphylococcus aureus* contient une substance albumineuse précipitable par l'alcool et pouvant provoquer la suppuration, lorsqu'on l'introduit dans la chambre antérieure de l'œil du lapin. De cette même culture, Leher a obtenu un alcaloïde pyrogène. Arloing a signalé une diastase phlogogène attribuable à l'agent de la péripneumonie et une diastase pyrétogène fabriquée par le *bacillus heminecrobiophilus*.

Hoffa avait isolé une ptomaïne du bouillon de la bactérie. — Hankin (*Brit. Med. J.* 12 oct. 1889), dans une série de recherches faites au laboratoire de Koch, a reconnu la nature albumineuse d'une substance toxique extraite des milieux où avait

vécu la même bactérie charbonneuse. Il a obtenu cette substance en précipitant le bouillon à l'aide de l'alcool ou du sulfate d'ammoniaque. Le précipité était ensuite dialysé pour le purifier du sel employé, desséché dans le vide, dissous dans l'eau, enfin filtré sur porcelaine ; la quantité dissoute était estimée approximativement à la faveur de la réaction du biuret et d'une solution de peptone titrée. Le corps obtenu est très toxique vis-à-vis des cobayes et des souris ; à doses faibles il est capable de vacciner ces mêmes animaux ainsi que les lapins.

Dans une expérience quatre lapins reçurent en injection sous-cutanée des spores de charbon virulent ; l'un d'eux servit de témoin et mourut au bout de quarante heures. Deux animaux reçurent dans le sang, au moment de l'inoculation, un cinquième de leur poids du principe albuminoïde, et le quatrième un dix-millionième ; l'un d'eux succomba après trois jours, les autres résistèrent. Malheureusement les faits négatifs sont, paraît-il, assez nombreux.

Roux et Yersin (*Ann. Inst. Pasteur*, t. III, 1889) ont rencontré dans les cultures du bacille de Löffler un poison ayant « beaucoup d'analogie avec les diastases ; son activité est tout à fait comparable à celle de ces substances ou encore à celle des venins ». Comme les diastases en effet, ce poison est coagulable par l'alcool, il est entraîné par des précipités tels que celui du phosphate de chaux par exemple, produits dans le liquide qui le contient ; la chaleur à 58°, le séjour à l'air, à la lumière, le détériorent.

Des mêmes cultures de ce même microbe diphthérique Brieger et Fränkel (*Berlin. Klin. Woch.* 1890, 91 et 92) ont isolé une matière qui serait une matière albuminoïde à rapprocher de l'albumine du sérum. Cet isolement s'obtient en faisant arriver goutte par goutte dans de l'alcool la culture du bacille de Klebs, culture au préalable filtrée sur porcelaine ; une dose minime d'acide acétique favorise le coagulum que l'on sépare après un séjour de douze heures dans la glace. Ce coagulum est ensuite redissous dans l'eau, puis reprécipité par l'alcool. En recommençant sept à huit fois l'opération et en terminant par l'emploi de la dialyse, on obtient par dessiccation dans le vide à 40° une poudre blanche, amorphe, granuleuse, de faible densité.

Sa solution se précipite par l'acide carbonique à saturation, par les acides minéraux concentrés, par le phénol, le nitrate d'argent, le sulfate de cuivre ; la réaction du biuret, de Millon, la réaction xanthoprotéique, la polarisation, montrent qu'il s'agit d'un dérivé de l'albumine. Ce corps conserve longtemps ses propriétés de toxicité,

même après l'action de la chaleur à sec, à 70°. Sa composition moléculaire est la suivante :

C =	45,35
H =	7,43
Az =	16,33
S =	4,39
O =	29,80

Cette toxalbuminose diminue dans les vieilles cultures au sein desquelles on rencontre un autre principe précipitable par l'alcool fort, de couleur brune, mais inoffensif. Duclaux (*Ann. Inst. Pasteur*, juin 1890) a formulé des réserves sur la pureté du produit. Ce fait, qu'il est nécessaire d'injecter, pour tuer un cobaye, 10 milligrammes de la toxine, tandis que 2/10 de milligramme de la substance isolée par Roux et Yersin suffisent à amener la mort, ce fait donne à penser qu'il y a mélange de plusieurs éléments. Car, lorsqu'on veut un terme de comparaison pour un poison tel que celui de la diphtérie, qui peut agir spécifiquement et rapidement sous une dose des plus minimes, il est naturel de chercher d'abord parmi les diastases où on trouve des exemples de spécificité et de cette disproportion entre la cause et l'effet, avant d'aborder le groupe des matières albuminoïdes, dont la teneur est capable de varier d'une façon notable, sans trop faire souffrir l'organisme.

Brieger et Fränkel n'ont pas limité leurs recherches au bacille de la diphtérie : ils les ont étendues à des sécrétions analogues provenant d'autres microbes et ont établi deux grandes divisions parmi les toxalbuminoses : celles qui sont insolubles ou peu solubles dans l'eau, celles qui sont solubles dans ce liquide.

Les bacilles de la fièvre typhoïde, du choléra et le staphylococcus aureus fabriquent des toxalbuminoses du premier groupe. Ces toxalbuminoses ressemblent aux globulines, dont elles diffèrent cependant par leur peu de solubilité en présence du chlorure de sodium. Elles se présentent sous l'aspect de masses amorphes, se précipitent par les sels neutres à la température de 20° et produisent des accidents locaux ou généraux chez le cobaye et le lapin. Les toxalbuminoses du charbon bactérien, de la diphtérie, du tétanos, constituent la catégorie des produits solubles dans l'eau.

III

Ces principes sont avant tout morbifiques, la plupart, à l'inverse du corps étudié par Hankin, ne sont nullement vaccinants ; tel était le cas de la toxine du bacille de Klebs. Dans ces derniers temps, la théorie chimique de l'immunité a réalisé de sensibles progrès. Après les travaux de Lewis, de Traube, etc., ceux de Grohmann, de Fodor, de Flügge, de Nuttal, de Nissen, de Behring, de Lu-

barsch, de Zässlein, de Petruschky, de Charrin et Roger, etc., ont amené à penser que les défenses de l'organisme proviennent en partie de ce que nombre de nos humeurs, le sérum sanguin en particulier, possèdent des propriétés bactéricides, qui varient suivant les espèces animales, suivant les germes, etc. Il faut remarquer que le terme de bactéricide ne doit pas être pris dans son sens grammatical, absolu ; une humeur est réputée bactéricide, si les agents que l'on y sème ne se développent ni en quantité, ni en qualité voulues ; les formes, les sécrétions peuvent être plus ou moins modifiées, la pullulation entravée à des degrés divers, sans que pour cela les microbes soient nécessairement tués.

Quelle est la nature chimique de ce corps ou de ces corps microbicides du sérum du sang. On ne peut répondre d'une façon précise. On sait d'après Buchner (*Arch. f. Hyg.* I et II, 1890) que la propriété antiseptique disparaît si, comme l'a vu Nuttal, on chauffe le liquide au delà de 60°, et c'est là une des raisons qui font que les tissus des animaux artificiellement vaccinés constituent des milieux de culture très fertiles, quand au préalable on les a stérilisés. Cette même propriété défavorable à la vie des microbes se supprime par la dilution ou la dialyse avec l'eau distillée, à moins qu'on n'ajoute du chlorure de sodium à 6 p. 1000 ; les congélations successives l'altèrent également. On a lieu de penser qu'il s'agit là d'un principe albuminoïde éminemment fragile, délicat, comme le sont d'ailleurs d'autres toxalbumens que le simple contact de l'eau peut également détruire ou modifier. Chose curieuse, des cultures chauffées à 100 et 120° confèrent l'immunité, alors qu'une des modifications, qui sont les conséquences de cette immunité, consiste dans la production d'une substance détruite à 60°. Cette substance nouvelle n'est donc pas une matière directement ajoutée.

Behring, Fodor, ont invoqué la réaction des humeurs pour expliquer, dans quelques cas au moins, la résistance de l'animal. Le premier de ces auteurs a supposé que certains rats devaient à l'alcalinité de leurs plasmas leur état réfractaire contre le charbon, opinion et fait d'ailleurs combattus. Mais il s'agit là du reste d'un état réfractaire naturel.

Or, si à propos des sécrétions microbiennes, on peut formuler quelques considérations relatives à ces conditions chimiques de l'immunité, c'est que, du moins pour l'immunité acquise, ces conditions font suite au passage des microbes ou de leurs produits au travers de l'organisme. Assurément, il n'est pas question de substances directement fournies par les agents pathogènes et demeurant en

permanence pour jouer le rôle d'antiseptique empêchant; l'expérience a fait justice de cette manière de concevoir les choses. Il reste cependant établi que les états microbiocides, créés par la vaccination, sont le résultat d'une nutrition cellulaire plus ou moins changée, et changée sous l'influence des matières sécrétées par le germe.

IV

Une question se pose aujourd'hui. Les microbes fabriquent-ils un même corps à la fois morbifique et vaccinant, ou bien, comme le soutient M. Bouchard, existe-t-il des éléments morbifiques et des éléments vaccinants? Ces expressions de morbifiques et de vaccinants n'étant du reste usitées que pour simplifier le discours et sans idée préconçue.

Au début, quand on a commencé à soupçonner le rôle des sécrétions bactériennes, la plupart des auteurs ont eu tendance à admettre que la même substance, à des doses diverses, provoquait tantôt l'immunité, tantôt des phénomènes pathologiques, variés. M. Bouchard, le premier, a soutenu que ces matières à effets divers étaient bien distinctes. Ces notions dérivent des remarquables travaux de ce savant sur l'élimination, par les urines, des éléments fabriqués dans le corps des animaux par le bacille pyocyanique. Les recherches de Gamaleïa sur le vibrion de Metchnikoff, celles d'Arnaud et Charrin sur le microbe du pus bleu, plus récemment celles de Carl Fränkel sur la diphtérie, de Vaillard, sur le tétanos ont montré que la chaleur détruit la plus grande partie des principes nocifs, tout en laissant intacte au moins une portion des principes susceptibles d'augmenter la résistance aux virus. Depuis lors cette démonstration s'est étendue et a gagné en précision; on est allé jusqu'à entrevoir la multiplicité des corps propres à créer l'immunité absolue ou relative.

Cette première partie du problème une fois résolue, la distinction entre ce qui vaccine et ce qui tue une fois établie, on devait nécessairement arriver à se demander, en poursuivant l'analyse, si le produit morbifique était unique ou non, autrement dit si la fièvre, l'albuminurie, les convulsions, les hémorrhagies, les entérites, etc., relevaient de l'action de la même sécrétion bactérienne, ou si au contraire le microbe, pour réaliser les principaux symptômes d'une pyrexie, donnait naissance à des sécrétions diverses. Là encore, à l'origine, les esprits ont pensé plus volontiers que, dans chaque affection, l'agent pathogène correspondant fabriquait une substance spéciale, cause commune des accidents et des lésions.

Les travaux de plusieurs expérimentateurs, ceux de Brieger en particulier, ont d'abord incriminé les substances alcaloïdiques, variant avec tel

ou tel germe, la typhotoxine pour le bacille d'Eberth, la spasmodoxine pour celui de Nicolaïer, etc. Dans ces derniers temps, nous l'avons indiqué, ces ptomaines semblent passer au second plan, et laisser la place aux toxalbumines; le microbe de Klebs et Löffler par exemple provoquerait les phénomènes de la diphtérie, à l'aide d'une albumine toxique, d'après Fränkel et Brieger, à l'aide d'une diastase d'après Roux et Yersin.

Nous estimons que, dans cette question comme dans beaucoup d'autres, il convient de ne pas être exclusif; la vérité est pour une part dans l'une et dans l'autre opinion. Nos recherches, en collaboration avec MM. Arnaud, Gley et Guignard, permettent d'affirmer que le bacille pyocyanique engendre des produits susceptibles d'être différenciés et par la chimie et par l'expérimentation. Ces recherches confirment pleinement les doctrines émises à plusieurs reprises par M. Bouchard dans son enseignement.

Ces produits microbiens peuvent se diviser au moins en trois grands groupes. Dans le premier entrent tous ceux qui sont précipitables par l'alcool, altérés par la chaleur et incapables de dialyser; dans le second ceux qui inversement sont solubles dans l'alcool et dialysés; le troisième comprend les parties volatiles. Injectées au lapin, les matières du premier groupe déterminent de la diarrhée, de l'amaigrissement, de la fièvre, quelquefois de l'albuminurie, des hémorrhagies; la rapidité de leurs effets est proportionnelle à la quantité employée. — Les corps du second groupe agissent principalement sur le système nerveux; ils font apparaître les convulsions, et, si l'animal ne succombe pas immédiatement, il peut se rétablir d'une façon définitive, tandis qu'il devient de plus en plus malade dans le cas où, sans aller jusqu'à la dose mortelle, on s'est servi des substances de la catégorie précédente. — Restent les éléments du troisième groupe, éléments que la distillation permet de séparer, et qui, entre autres principes, contiennent des produits ammoniacaux; une action très nette les caractérise. Si, par exemple, à l'aide du nitrile malonique de M. Heymans, on détermine, comme l'a fait Gley, au maximum la vasodilatation chez le lapin et qu'on vienne à injecter dans les veines, au moment où l'oreille est absolument rouge, une minime fraction de ces éléments du troisième groupe, on observe aussitôt un resserrement manifeste des vaisseaux. L'effet obtenu est beaucoup plus intense que lorsqu'on introduit la culture stérilisée dans son ensemble, vraisemblablement parce qu'il existe dans cette culture des corps dilateurs, ou des corps qui tout au moins inhibent la constriction. C'est du reste ce qui

ressort des recherches de M. Bouchard d'une part, de celles de M. Gley et des nôtres, d'autre part.

Alors même qu'il s'agit d'influencer un autre germe, d'entraver son évolution, un microbe peut se servir de plusieurs sécrétions. Pour s'opposer au développement de la bactériémie, le bacille du pus bleu, placé en présence, *in vitro*, usera des principes volatils qu'il fabrique, mais bien plus des albuminoïdes, et des éléments solubles dans l'alcool auxquels il donne naissance. Ces données découlent de recherches que nous avons poursuivies avec M. Guignard.

Resterait, entre autres desiderata, à préciser le groupe de ces sécrétions qui renferme la matière dont la pénétration, dont le passage dans l'organisme est suivi de la création de l'immunité. Au cours de quelques tentatives, divers extraits ont semblé capables d'accroître la résistance aux virus. Peut-être, par impureté ou vice de technique, chacun de ces extraits contenait-il une fraction minime et pourtant suffisante ¹ de la matière en question, alors que cette matière, à moins d'être multiple, existe en réalité ou prédomine singulièrement dans une seule des catégories auxquelles nous avons fait allusion, de préférence dans celle des produits que l'alcool précipite ². Toutefois, pour ne pas masquer l'effet utile, l'effet vaccinant, il est mieux, nous l'avons noté, de se débarrasser d'une part de la toxicité, en utilisant la chaleur, car, on le sait, ces substances insolubles dans l'alcool et dans lesquelles le protoplasma des germes tient une place de plus en plus grande sont douées d'une activité considérable.

Concluons donc que, de par les effets physiologiques, ici simplement indiqués, il y a, à un instant précis, dans un bouillon donné au sein duquel a vécu le bacille pyocyannique, au minimum, trois ou quatre ordres de substances toxiques variables d'importance, variables de quantité; les plus actives biologiquement ne sont pas toujours les plus abondantes ni les mieux connues. Chimiquement, on peut dire, d'une façon grossière assurément, qu'on y rencontre en premier lieu des toxalbumen, des diastases, des peptones; en second lieu des matières alcaloïdiques; en troisième lieu des parties volatiles, des ammoniacques, etc.

Même, à ne s'appuyer que sur la chimie, il est aisé d'aller plus loin et d'établir, d'une façon aussi

précise que possible et non par à peu près, que les agents pathogènes microbiens, que certains agents pathogènes microbiens, pour rester étroitement dans les faits, fabriquent des corps multiples. — Des cultures du bacille du pus bleu on retire un principe défini, dont nous avons déjà parlé, la pyocyanine; sa formule, ses réactions, ses combinaisons, tout nous est connu; nous avons pu photographier ses cristaux. Or, des mêmes cultures, grâce à M. Arnaud, des sels ammoniacaux, eux aussi parfaitement purs, ont été extraits. Et nous ne comptons bien entendu ni les diastases, ni les peptones, ni les toxalbumines, que nous venons de rappeler, ni quelques pigments, ni les alcaloïdes ou autres principes que l'expérimentation permet de soupçonner. Nous ne parlons que de deux substances, qui ne sont peut-être pas les plus intéressantes, les plus actives, bien qu'elles ne soient pas inertes, mais qui sont absolument irréprochables dans leur nature, dans leur composition.

Ces deux substances permettent en outre de se rendre compte, non plus approximativement, non plus par de simples réactions, mais par la pesée, par la balance, par les mesures les plus exactes de la chimie moderne, des oscillations dans les éléments sécrétés. — Suivant les conditions physiques, ou chimiques de la culture, suivant la vitalité de l'agent producteur, des variations de quantité et de qualité peuvent s'introduire dans les sécrétions, et c'est là une des bases de la virulence. Le même microbe semé dans des ballons renfermant sensiblement le même liquide, mais à des époques différentes, a produit dans un cas, d'après Arnaud du Muséum, 0 gr. 250 d'ammoniaque par litre, et dans un second cas 0 gr. 170 seulement, la teneur normale du bouillon employé étant avant l'ensemencement de 0 gr. 025 à 0 gr. 030. En usant d'un autre milieu, on obtient jusqu'à 1 gr. Il est probable que, dans l'organisme, pareils changements ont lieu; de là des modifications dans les symptômes, les lésions, la marche, la gravité de la maladie.

Chose digne de remarque, il fut un temps, nous y avons fait allusion, où l'on accusait les bactéries d'engendrer surtout des alcaloïdes, des ptomaines, et, au même moment, on rattachait à la vie de nos propres cellules la création de matières analogues, de leucomaines. Aujourd'hui les mêmes bactéries donnent principalement naissance à des albumines; or, pendant ce temps, Rummo et Bordoni ¹, Richet ², Charrin ², Roger ², reconnaissent que les extraits de sang ou de tissus, à l'état sain ou à l'état de maladie, doivent spécialement leur toxicité à des éléments précipitables par l'alcool, ne supportant pas

¹ Des expériences de M. Bouchard, des analyses de M. Arnaud prouveront à quel point peut être restreinte la dose de la substance dont l'introduction est suivie de l'état réfractaire. — Nous reviendrons d'ailleurs prochainement sur ces données fondamentales, quand nous exposerons, avec M. Arnaud, par quels procédés le bacille pyocyannique attaque et détruit la matière.

² L'action des extraits varie suivant les microbes, suivant les milieux, etc.

¹ *Riforma medica*, 1890.

² *Soc. de Biol.*, 1890.

ou supportant mal de très hautes températures, ne dialysant pas ou dialysant à peine. Le parallélisme, à cet égard, et du reste à beaucoup d'autres, se trouve donc être assez complet. — On peut même ajouter que si d'un côté les microbes fabriquent des principes toxiques pour eux-mêmes, tels que les matières empêchantes des cultures, et toxiques pour nos cellules, comme par exemple les toxines.

d'un autre côté, nos cellules fabriquent également des principes toxiques pour elles-mêmes, les injections de sérum le prouvent, et toxiques pour les microbes, l'état bactéricide des humeurs le démontre.

D^r A. Charrin,

Chef du Laboratoire de Pathologie générale
à la Faculté de Médecine de Paris.

L'HYPOTHÈSE MÉTÉORITIQUE DE M. NORMAN LOCKYER¹

C'est une synthèse générale du monde que nous offre aujourd'hui le savant spectroscopiste, synthèse fondée sur une hypothèse nouvelle, d'après laquelle l'espace céleste ne devrait plus être appelé le *vide planétaire*, mais bien le *plein météoritique*. La matière des météorites, dispersée en une infinité de petites masses primitivement froides, mais tendant à former des amas plus considérables et plus chauds sous l'influence de la gravitation, voilà la commune origine de tous les astres, que ceux-ci s'appellent comètes, soleils, nébuleuses ou même étoiles filantes. L'hypothèse proposée sert encore à expliquer les diverses colorations des étoiles, les variations de leur éclat, les spectres des étoiles doubles et aussi ceux de la lumière zodiacale, de l'aurore boréale et d'une classe particulière d'éclairs. En somme tous les phénomènes lumineux qui se passent au-dessus de nos têtes, sont rapportés à une cause unique : l'incandescence par les agents physiques dérivés eux-mêmes de l'attraction Newtonienne, des divers éléments contenus dans les pierres météoriques.

Mais il nous est facile de nous procurer dans les collections des échantillons des principales pierres tombées du ciel et de les illuminer par la chaleur ou par l'électricité ; nous devons donc par ce moyen pouvoir reproduire dans le laboratoire la lumière des étoiles, des comètes, de l'aurore boréale, etc. : c'est ce que M. Lockyer pense avoir réussi à faire.

I

Son livre débute par l'examen des spectres des métaux à différents degrés de chaleur, dans la flamme du chalumeau à oxygène, dans l'arc électrique et dans l'étincelle des condensateurs. Les résultats de ces recherches sont résumés dans un tableau fort clair où les principales raies ou bandes sont figurées avec leur température d'apparition. Puis vient la comparaison de ces spectres avec ceux

obtenus en traitant les météorites de la même façon. Comme on pouvait s'y attendre, d'après les recherches antérieures de l'auteur, ce sont les raies de basse température, appartenant aux éléments les plus volatils du mélange, qui apparaissent en premier lieu dans le spectre. En ce qui concerne les gaz et vapeurs que les météorites peuvent émettre, on a recours pour les étudier au procédé déjà usité des tubes de Geissler. La substance, enfermée dans ces appareils rigoureusement privés d'air, est chauffée plus ou moins, pendant que l'on y fait passer l'étincelle d'induction ; on compare ensuite les bandes et raies observées avec celles de l'hydrogène, des hydrocarbures, de l'oxyde de carbone, etc.

Il est bon de signaler à ce sujet que M. Lockyer continue à attribuer au carbone médiocrement chaud les cannelures généralement considérées comme caractéristiques de l'oxyde de carbone et qu'il se range aussi à l'opinion de Wüllner et d'Hasselberg selon laquelle le spectre à raies nombreuses attribué par MM. Berthelot et Richard à l'acétylène est dû à l'hydrogène relativement froid. Le mode de préparation du gaz hydrogène décrit dans le nouvel ouvrage ne semble d'ailleurs pas propre à faire rejeter l'opinion des savants français, car aucune précaution n'est prise pour éliminer une impureté carbonée ; on produit le gaz dans le tube même en y chauffant simplement du magnésium ou un morceau de sodium « n'ayant jamais subi le contact des hydrocarbures ». Enfin la bande ombrée commençant au λ : 500 et décrite habituellement depuis les travaux de Liveing, comme appartenant à la magnésie, aussi bien que la raie 521 qui apparaît dans la flamme du magnésium avec b^1 et b^2 (Lockyer) et dont MM. Liveing et Dewar assignent l'origine au magnésium *en présence de l'hydrogène*, sont attribuées toutes deux au métal *magnésium* plus ou moins chaud.

La section III contient une discussion très complète des différentes opinions professées sur l'origine de l'aurore boréale. On y compare le spectre de celle-ci, déterminé par les meilleurs observateurs, 1° au spectre de l'air produit dans un large

¹ The Meteoritic Hypothesis, a statement of the results of a spectroscopic inquiry into the origin of cosimical systems, par Norman Lockyer. — Un vol. in-8° de 360 pages, avec nombreuses figures. Prix : 21 fr. 25 net. Londres, Macmillan, 1890.

tube de Geissler fonctionnant à des pressions variées et examiné dans le sens de sa longueur; 2° au spectre du carbone froid (CO); 3° au spectre de l'oxygène. Il n'y a pas de coïncidences. On peut au contraire, selon l'auteur, arriver à reproduire les diverses raies de l'aurore en superposant les bandes du carbone chaud et froid (mais pas toutes), la bande 331 du spectre de Swan, les deux cannelures importantes du magnésium (500 et 521) la cannelure la plus visible du fer et enfin la cannelure principale du manganèse et une ligne du même élément. Ces deux dernières radiations apparaissent les premières lorsqu'on chauffe le manganèse. La brillante cannelure 538 de ce métal, ou plutôt, semble-t-il, de son oxyde, serait donc, ce qui paraît surprenant, identique avec la raie la plus caractéristique de l'aurore boréale, celle dont Angström avait donné le λ : 536.7, valeur que les observateurs subséquents avaient tous d'ailleurs trouvée un peu trop faible. En somme c'est à la fine poussière de météorites suspendue dans les hautes régions de l'air et illuminée par l'électricité que M. Lockyer ressuscitant la théorie de Olmsted et de Groeneman attribue le phénomène de l'aurore polaire. Vogel avait déjà signalé la coïncidence assez exacte des lignes de l'aurore avec celles d'un métal qui existe précisément en forte proportion dans toutes les météorites, mais ce métal — le fer — possède des raies si nombreuses dans presque toutes les parties du spectre que cette coïncidence ne lui a paru qu'accidentelle.

Mais les décharges électriques qui constituent les éclairs peuvent se rapprocher, lorsqu'elles sont relativement faibles, de celles de l'aurore polaire; aussi M. Lockyer fait-il remonter aux météorites, c'est-à-dire aux métaux, — parmi lesquels le thallium (?) — l'origine des raies observées par M. Schuster dans le spectre des éclairs au Colorado. Il va sans dire que les éclairs les plus vifs sont, comme les traits de feu de nos machines, dus à l'incandescence de l'air lui-même et en fournissent le spectre.

II

Dans la section IV on considère les essaims météoritiques en dehors de l'atmosphère terrestre; on y passe en revue tous les arguments en faveur de la théorie aujourd'hui classique de M. Schiaparelli, selon laquelle ces essaims constituent les comètes, et l'on y résume les récents mémoires de M. Roche de Montpellier et M. Bredichine de Moscou sur les causes qui peuvent expliquer la forme de ces astres, de leurs enveloppes et de leurs queues. On explique ensuite les différentes apparences que présentent leurs spectres selon leur plus ou moins grande distance du soleil et par suite selon leur température. On y signale l'apparition successive des raies suivantes. 1° Bande cannelée du magnésium froid (500) remplacée bientôt par celles du carbone froid (CO). 2° Ces bandes font place à leur tour aux bandes du carbone chaud (spectre de Swan) qui s'associent généralement à la cannelure du magnésium chaud (521). 3° Les mêmes bandes subissent des changements de position et d'aspect par l'adjonction de bandes d'émission voisines dues au manganèse ou au plomb, ou au contraire par l'absorption des mêmes radiations; absorption qui masque la bande citron du carbone. Cette dernière hypothèse ne sera évidemment pas reçue sans discussion. 4° La température croissant, on voit encore apparaître en 421 une bande que M. Lockyer attribue à un nouveau spectre du carbone (carbone B; C₉₀ de Watts) en même temps que se manifeste l'absorption par les vapeurs de fer. 5° Toutes ces bandes sont abolies dans le voisinage du soleil et les métaux fer, magnésium et sodium manifestent seuls leur présence par l'apparition des plus visibles parmi leurs lignes, soit à l'état de raies lumineuses, soit à l'état de raies d'absorption.

Si l'on compare les principales raies observées dans les spectres de différentes comètes avec celles de l'aurore boréale, on arrive à cette conclusion que la plupart coïncident, et spécialement 500 et 521 (Mg), 538 (Mn) et 546 (Pb), ce qui ajoute un argument en faveur de l'origine météoritique du phénomène auroral.

Quelle est la cause de la chaleur et de la lumière développée dans les comètes? M. Lockyer en énumère plusieurs qui font toutes intervenir les chocs des météorites. Ces chocs ont lieu non seulement entre les éléments d'un même essaim, mais surtout entre l'essaim circulant autour du soleil et le *plein météoritique* d'autant plus dense qu'on se rapproche plus de l'astre central. L'auteur voit une confirmation de ses vues dans la forme en *croissant* que prennent les comètes, encore très éloignées de nous quand elles quittent l'apparencenébuleuse.

Quant aux queues de ces astres elles sont produites par les gaz occlus dans les météorites (hydrogène et composés carbonés) lesquels sont chassés par la force répulsive du soleil; aussi ne reparaisent-elles plus dans les comètes qui ont été souvent dans le voisinage du soleil, celles à courte période. Leur lumière est semblable à celle de l'aurore boréale, non seulement dans la plupart de ses caractères — variations rapides d'éclat, spectre, etc. — mais dans son origine elle-même. Dans un cas en effet on a affaire à un gaz se mouvant dans une poussière de météorites, dans l'autre à un nuage de poussière météoritique se mouvant dans l'atmosphère : dans les deux phénomènes la production de lumière paraît due à l'électricité.

Après avoir considéré les météorites dans le

laboratoire, dans l'atmosphère terrestre et dans le système solaire où elles forment les comètes, M. Lockyer étudie celles-ci dans l'espace céleste d'où elles viennent et où la plupart retournent. Elles lui apparaissent comme tout à fait semblables à ces autres amas de poussière cosmique qu'on nomme *nébuleuses* : c'est l'opinion de M. Schiaparelli. Il est difficile en effet de distinguer au télescope un nébuleuse planétaire d'une comète très loin de son périhélie. De plus M. Lockyer affirme que les spectres sont semblables. M. Huggins, qui découvrit en 1864 le spectre des nébuleuses, le trouva composé de raies brillantes peu nombreuses, parmi lesquelles il signala la plus caractéristique dans le vert, à la longueur d'onde 500 ; il l'attribua par la suite à l'azote. En 1882 il réussit à photographier le spectre de la nébuleuse d'Orion et il donna les longueurs d'onde suivantes pour les quatre lignes enregistrées : 371, 434, 486, 495 et 500. La première de ces lignes n'existe dans la nébuleuse d'Orion que par places, en revanche certaines parties de la même nébuleuse en donnent d'autre. Il est extrêmement probable que les raies 434 et 486 appartiennent à l'hydrogène, ce sont G¹ et F du soleil ; quant à 495 elle est d'origine inconnue et on ne l'a pas signalée dans les spectres cométaires.

Reste la forte raie 500, caractéristique des nébuleuses et qui, d'après sa longueur d'onde et une comparaison directe faite par M. Huggins, coïncide avec la moins réfrangible des deux raies voisins les plus brillantes de l'azote. On avait été surpris de la trouver seule dans les nébuleuses, M. Lockyer explique ce fait très simplement. Ce n'est pas une raie de l'azote, elle est identique avec la raie 500,6 des comètes et appartient au « magnésium froid ». A l'appui de son opinion il cite de nombreuses comparaisons de lectures micrométriques, mais, ce qui est plus probant encore, il décrit une expérience personnelle faite avec un spectroscopie très dispersif et où l'on a juxtaposé les spectres du magnésium brûlant et de l'azote avec un réticule exactement centré sur la raie de la nébuleuse d'Orion. Celle-ci est sensiblement moins réfrangible que la raie de l'azote 500,5 ; elle coïncide parfaitement avec la raie du magnésium 500,6 ; enfin elle est dégradée vers le violet comme elle.

III

Il est certain que cette comparaison est d'un grand poids en faveur de la similitude des comètes et des nébuleuses : ce sont des nuages cosmiques. M. Lockyer pense qu'ils sont rendus visibles par la collision des petites masses qui les composent et il essaye de préciser cette notion. Selon lui, si les orbites elliptiques des météorites se coupent régulièrement sur la surface d'une sphère, celle-ci

devenant lumineuse par la chaleur due aux chocs, prend l'apparence d'une nébuleuse planétaire. Après le choc les masses météoritiques peuvent parcourir d'autres orbites également régulières dont l'intersection fournirait une autre surface sphérique intérieure à la première ; telle serait l'origine des nébuleuses globulaires et des étoiles nébuleuses. Ce chapitre singulièrement hypothétique est illustré de magnifiques photographies dues à M. Roberts.

Certaines étoiles, dont le spectre présente des raies brillantes, doivent, d'après les idées exposées ci-dessus, être aussi considérées comme des essaims météoritiques un peu plus condensés que les nébuleuses. La comparaison des spectres est en faveur de cette assimilation : les raies brillantes sont en effet pour la plupart celles des comètes, et on y reconnaît presque toujours le spectre de Swan (carbone chaud) et celui de l'hydrogène, qui, s'il n'apparaît guère dans le spectre des comètes, ne fait jamais défaut dans celui des nébuleuses.

Une autre classe d'astres, celle des petites étoiles à bandes sombres dégradées vers le rouge (α d'Hercule, Mira Ceti) paraît devoir être rapprochée de la précédente ; au moins distingue-t-on dans leurs spectres les cannelures brillantes du carbone (516 et 474) accompagnées de bandes d'absorption des métaux (Mg, Mn, etc.).

Il y a donc un lien de parenté entre tous les corps célestes puisque nous sommes arrivés de proche en proche à considérer les étoiles, ou du moins certaines d'entre elles comme des amas de météorites. Mais M. Lockyer, rompant ici avec la théorie classique de Laplace, selon laquelle la température des nébuleuses et des étoiles irait constamment en s'abaissant, insiste sur cette conséquence de ses propres idées, qu'il y a des astres dont la température augmente (par la condensation des éléments météoritiques) et d'autres où elle diminue (par rayonnement). De sorte qu'un même astre passe deux fois par le même degré de chaleur, une fois avant d'atteindre et une autre après avoir dépassé son maximum de température. La structure d'un spectre ne peut donc pas nous renseigner exactement sur l'âge d'une étoile, et un soleil fournissant de nombreuses lignes d'absorption comme le nôtre pourrait aussi bien dans la suite des siècles devenir plus chaud et présenter alors le spectre moins compliqué des étoiles les plus brillantes, que se refroidir et donner en conséquence les bandes d'absorption — surtout celles du carbone — des étoiles déjà vieilles.

Si donc on partage les corps célestes en divers groupes d'après le degré de condensation de la matière météoritique primitive, on sera amené à en établir sept, non compris celui des météorites

non lumineuses qui servent de point de départ et dont on n'explique pas du tout la formation.

1^{re} Astres à spectres possédant des raies ou des bandes brillantes (Nébuleuses; étoiles à raies brillantes — γ d'Argus, Étoiles de Wolf et Rayet dans le Cygne, etc.).

2^{re} Étoiles à spectre mixte d'émission et d'absorption. Ce sont celles sur lesquelles les remarques de Dunér ont surtout porté (α d'Orion et α de la Baleine par exemple). Elles donnent des bandes et lignes obscures, mais aussi, d'après M. Lockyer, des bandes lumineuses; en effet, selon lui, les bandes de 1 à 8 de la nomenclature de Dunér sont bien des bandes d'absorption et appartiennent vraisemblablement au magnésium, au manganèse, au baryum, au plomb et au fer; mais celles qui portent les n^{os} 9, 10 et 11 ne paraissent noires que par contraste, ce sont de simples intervalles obscurs qui séparent les bandes d'émission du carbone : 473 (Bande de Swan), 460 (carbone B ou cyanogène) et 431 (Bande de Swan).

3^{re} Étoiles où les bandes ombrées ont disparu pour faire place aux lignes noires. La cannelle du magnésium γ est remplacée par le triplet δ , les raies métalliques sont très fortes (α du Taureau, β d'Ophiucus); elles le sont d'autant moins que la température s'élève davantage et que les raies de l'hydrogène deviennent plus visibles (β de Persée et α de l'Aigle). Il est facile de suivre cette gradation intéressante dans un tableau très démonstratif qui illustre le chapitre.

4^{re} Étoiles les plus brillantes et les plus chaudes (α de la Lyre), caractérisées par de très fortes raies noires de l'hydrogène et des raies métalliques, fines et peu nombreuses. M. Lockyer suppose que l'énorme excès d'hydrogène qu'elles renferment est dû à la dissociation des éléments métalliques.

5^{re} Étoiles en voie de refroidissement, analogues à notre Soleil, et présentant comme lui de nombreuses raies métalliques, accompagnées de celles de l'hydrogène. Il serait intéressant de trouver un critérium pour placer ces étoiles dans ce groupe plutôt que dans le groupe troisième. M. Lockyer pense l'avoir trouvé dans l'absence ou la présence de certaines raies particulières, par exemple, de la raie 499, qui, très faible dans la Chèvre, Arcturus et notre soleil, est très forte chez d'autres étoiles; mais il confesse qu'il serait désirable de trouver d'autres caractères de classification plus importants.

6^{re} Étoiles à spectre d'absorption cannelé. Comme l'a reconnu Secchi, ces cannelures sombres correspondent aux cannelures brillantes du carbone. On les a toujours considérées comme caractérisant une température fort basse.

7^{re} Étoiles non lumineuses analogues aux planètes.

IV

Dans la section VII de son livre, M. Lockyer traite de l'origine des étoiles doubles ou multiples. Elles peuvent provenir, soit de la condensation d'une double nébuleuse, soit d'un essaim météoritique, sorte de comète gigantesque, devenue satellite d'une étoile déjà formée. Dans le premier cas, si la couleur diffère plus ou moins, on peut supposer que le premier compagnon, quoique formé en même temps que l'autre, a accompli plus vite que celui-ci, supposé plus gros, les phases de son existence, il a donc passé par sa température maxima avant que l'autre l'eût atteinte. Tel serait le cas, par exemple, d'une étoile jaune du cinquième groupe, associée avec une bleue du premier (de Cassiopée). On peut ainsi expliquer la coloration de presque tous les groupes sans avoir recours à la seconde hypothèse. Malheureusement, l'étude spectrale des étoiles doubles n'est pas assez avancée pour permettre de pousser plus loin la discussion.

Les étoiles variables (section VIII) peuvent être considérées comme des systèmes multiples d'amas météoriques gravitant les uns autour des autres et dont les orbites se coupent en quelque point. Lorsque la rencontre des essaims a lieu, la température s'élève et l'on voit apparaître de nouvelles radiations, principalement celles de l'hydrogène et des gaz carbonés. Si l'un des astres est une véritable étoile, l'hypothèse devient analogue à celle par laquelle Newton expliquait l'apparition des *Nores*, qui étaient pour lui des étoiles en voie d'extinction auxquelles la chute d'une comète apportait tout à coup de nouveaux aliments. Evidemment, les vues de M. Lockyer s'appliquent mieux aux astres à raies brillantes qu'à tout autre corps céleste; or, on remarque précisément que presque tous les exemples de variabilité se rapportent à cette classe d'étoiles, β de la Lyre appartenant au groupe premier et Mira Ceti au groupe deuxième. D'autres causes de variabilité peuvent être d'ailleurs invoquées, par exemple, l'existence d'un satellite obscur, par laquelle M. Pickering explique les variations d'Algol.

Tels sont les points principaux traités dans le nouvel ouvrage; M. Lockyer le clôt par un résumé magistral où apparaît toute la grandeur de l'édifice qu'il a mis vingt ans à élever. Nul doute que ce livre ne soit très lu, mais aussi très discuté, au moins dans quelques-unes de ses parties. Du reste, contradicteurs ou adeptes n'auront pas à chercher ailleurs des arguments en faveur de leurs propres idées. Il contient, en effet, une masse

considérable de documents et d'informations sous forme de notes, de citations, de tables numériques, de tableaux et de graphiques. Il est enrichi, de plus, de magnifiques photographies stellaires dues à M. Roberts; à tous ces points de

vue encore, il deviendra un des livres les plus consultés de l'astronomie physique.

G. Salet,

Chargé de Cours
à la Faculté des Sciences de Paris.

LES ÉQUILIBRES CHIMIQUES

DEUXIÈME PARTIE : APPLICATION DES PRINCIPES DE LA THERMODYNAMIQUE

Dans un précédent article¹ nous avons exposé les principes fondamentaux spéciaux à la mécanique chimique. Il faut maintenant combiner ces principes spéciaux avec les principes généraux de la thermodynamique pour en tirer les lois applicables directement aux transformations et aux équilibres chimiques.

I

Les principes de la thermodynamique sont assez connus pour qu'il soit suffisant de les rappeler sommairement.

Les deux premiers principes, celui de Joule et celui de Carnot, s'expriment simultanément par la relation

$$du = tds - p dv$$

où du , ds , dv , sont les variations d'énergie intérieure, d'entropie et de volume dans une transformation réversible quelconque, à la température absolue t , et sous la pression p .

Pour simplifier, nous ne considérerons que des systèmes où les variations de quantité d'électricité et de vitesse sont nulles.

Le troisième principe de la thermodynamique est le principe de Clausius; ce principe a reçu des énoncés différents qui ne sont pas toujours suffisamment précis; il doit être formulé comme suit :

*Toute transformation spontanée d'un système hors d'équilibre et isolé, c'est-à-dire dont le volume ne varie pas, et qui ne peut emprunter ni abandonner de chaleur à l'extérieur, est accompagnée d'un accroissement d'entropie*².

Le principe de Clausius n'a d'autre critérium que l'expérience; il ne se peut déduire des principes de Joule et de Carnot. Il représente en thermodynamique la première loi du mouvement de Newton, car l'entropie joue ici le même rôle que la vitesse

en mécanique. Ce principe forme la base de toute la mécanique chimique, et l'on peut en déduire presque immédiatement la loi du mouvement chimique.

Lois du mouvement et de l'équilibre chimique. — Pour faire usage des lois fondamentales de la thermodynamique, il convient de faire intervenir une notion spéciale, celle de l'énergie utilisable qui a le grand avantage de donner à ces principes une forme en quelque sorte tangible sans modifier en rien la rigueur des raisonnements. Avant de définir exactement cette nouvelle grandeur et celles qui s'y rattachent, on en donnera une idée générale en s'aidant d'exemples familiers.

Toute l'énergie dont nous pouvons disposer dans la Nature, et que nous pouvons utiliser à notre gré sous forme de travail mécanique ou d'électricité nous est fournie directement ou indirectement par des corps primitivement hors d'équilibre pendant qu'ils reviennent à leur position d'équilibre ou simplement s'en rapprochent. Ainsi l'eau qui tombe des montagnes pour se rendre à la mer, la vapeur qui se refroidit de la température de la chaudière à la température du condenseur, sont les sources principales de travail dont nous disposons. Les systèmes chimiques hors d'équilibre peuvent aussi remplir le même office : tel est l'explosif qui lance le projectile dans le canon, ou le charbon qui par sa combustion chauffe l'eau de la chaudière à vapeur. Tout système hors d'équilibre est un réservoir de travail disponible; c'est là une loi expérimentale très générale dont le principe de Clausius n'est que l'application aux phénomènes thermiques.

Ceci dit, passons à l'exposé rigoureux de la question, et rappelons tout d'abord que, pour simplifier, nous n'envisageons que les phénomènes qui ne comportent pas de variations sensibles de vitesses des systèmes ou des éléments des systèmes considérés, comme nous faisons abstraction des changements électriques, magnétiques et de capillarité.

De même que le mouvement en général se ramène à celui qui a lieu sous des forces cons-

¹ Voyez : H. LE CHATELIER et G. MOURET, *Les Équilibres chimiques*; 4^{re} partie : *La Mécanique chimique; principes fondamentaux*, dans la *Revue* du 28 février 1891, t. II, page 97.

² On peut encore énoncer ce principe sous la forme suivante où l'entropie n'intervient pas explicitement : *Toute transformation susceptible d'être accomplie spontanément dans un système isolé peut servir à transformer en travail, si elle est accomplie par voie réversible, une certaine quantité de chaleur empruntée à l'extérieur.*

tantes, de même toute transformation chimique peut se ramener à celle qui se produit sous tensions fixes. Mais un système chimique qui se transforme sous tensions fixes n'est pas un système isolé, et, pour appliquer le principe de Clausius, il faut tenir compte du système extérieur qui exerce les tensions fixes, et dont le volume, l'entropie et l'énergie peuvent varier quand le système chimique subit une transformation. Ce système, que l'on appellera *le milieu*, peut être d'ailleurs quelconque, et les raisonnements et résultats qui vont suivre sont indépendants de sa nature particulière.

Si donc l'on suppose un système chimique hors d'équilibre, abandonné à lui-même dans un milieu à tensions fixes, l'ensemble constitue un système isolé auquel s'applique le principe de Clausius, c'est-à-dire que la transformation chimique qui s'accomplira sera celle qui répond à une augmentation de l'entropie totale du système et du milieu.

Reste à évaluer cette augmentation ou plutôt une certaine énergie qui s'y trouve liée et qui est précisément l'énergie utilisable, comme on va le voir.

Afin de mieux faire saisir l'enchaînement des idées et l'esprit de la démonstration, reportons-nous d'abord à un cas simple et bien connu de la mécanique.

Quand un corps en mouvement se rapproche de la position d'équilibre stable, il y a, conformément à la première loi du mouvement de Newton, accroissement de sa vitesse, et par suite, augmentation de sa force vive. Si, au lieu de laisser le mouvement s'accomplir spontanément, on intervient pour rétablir l'équilibre, le corps accomplit un certain travail positif et son énergie initiale se trouve diminuée d'une égale quantité; le théorème des forces vives, ou si l'on veut, le principe de la conservation de l'énergie, nous apprend d'ailleurs que la quantité de travail mis en liberté, *dans ce déplacement réversible*, c'est-à-dire sans variation de vitesse, est égale à l'augmentation de force vive qui a lieu dans le mouvement spontané.

Dans la thermodynamique ou la mécanique chimique, le raisonnement reste sensiblement le même; il suffit de substituer à la vitesse et à la force vive les notions thermiques équivalentes, entropie et quantité de chaleur. Et si l'on se restreint par exemple au cas de la transformation chimique, on doit, au lieu de comparer des changements de position dans l'espace, comparer des changements d'état chimique.

Répétons donc le raisonnement précédent, avec ces notions différentes. Nous avons vu que quand le système passe spontanément d'un état chimique A à un autre état chimique B, l'entropie augmente; d'ailleurs, puisque le système et le milieu forment un ensemble isolé, l'énergie totale ne varie pas.

Mais on peut aussi faire subir à cet ensemble une transformation réversible qui amène le système chimique au même état final que par la transformation spontanée, sans qu'il en soit nécessairement, au reste, de même du milieu. En outre, de même qu'on peut faire passer le mobile de sa position initiale à sa position finale sans changement de vitesse, on peut, dans l'opération réversible accomplie sur le système et le milieu tout entiers, faire en sorte que l'entropie *totale* de l'ensemble ne varie pas.

Or l'état final de l'ensemble après la transformation à énergie constante, et l'état final après la transformation à entropie constante ne diffèrent que par l'entropie du milieu, puisque l'état final B du système est le même dans les deux cas. Mais on vient de voir que l'entropie totale du système et du milieu est plus grande dans le premier cas que dans le second; par suite l'entropie du milieu sera plus grande après la transformation spontanée qu'après la transformation réversible, et pour ramener, dans le premier cas, l'entropie à sa valeur primitive, c'est-à-dire pour revenir à l'état final de la transformation réversible, il faudra enlever au milieu une certaine quantité de chaleur, ce qui diminue d'autant l'énergie initiale. Ainsi donc le principe de Clausius, uni à celui de la conservation de l'énergie conduit à cette conséquence que *dans la transformation à entropie constante* ¹ l'énergie de l'ensemble a diminué et que cette diminution d'énergie est égale à la quantité d'énergie correspondant à l'accroissement d'entropie totale, dans la transformation chimique. Cette conclusion n'est pas autre chose, en thermodynamique, que le théorème correspondant à celui des forces vives; on voit aussi que cette transformation réversible à entropie totale constante, est en thermodynamique l'équivalent du mouvement uniforme en mécanique. Puisque l'énergie, dans la transformation à entropie constante a diminué, c'est qu'une certaine partie de l'énergie initiale a été déplacée à l'extérieur, et il est facile de voir que cette énergie déplacée est précisément l'énergie utilisable qu'une machine théorique parfaite mettrait en liberté sous forme de travail.

En effet, pour extraire du système hors d'équilibre toute l'énergie susceptible de passer à l'extérieur, il faut évidemment procéder par voie réversible, sinon une certaine partie de l'énergie serait transformée en force vive, ou déplacée sous forme de chaleur, l'une et l'autre inutilisées; mais il faut de plus que l'agent extérieur, ou machine, qui intervient pour assurer la réversibilité, n'absorbe aucune part de l'énergie, et revienne par consé-

¹ Il est bon de remarquer que le volume total est aussi invariable.

quent à son état initial, car il ne sert que d'intermédiaire, et il doit être utilisé indéfiniment. Il est donc nécessaire que les échanges de chaleur effectués par cet agent entre le système et le milieu, pour maintenir l'équilibre thermique, se fassent par des cycles fermés, qui sont des cycles de Carnot; d'où il suit que les variations d'entropie du système et du milieu sont égales et de signes contraires, c'est-à-dire que l'entropie totale reste constante. Ainsi donc l'énergie mise en liberté par une telle machine, c'est-à-dire l'énergie utilisable est bien celle qui répond à une transformation à entropie constante. De la même manière, quand on utilise la force d'une chute d'eau par exemple, la vitesse de l'appareil doit être constante, et égale à la vitesse initiale.

On appelle *énergie potentielle*, ou simplement *potentiel* du système chimique, cette part de l'énergie totale qui varie dans la transformation réversible à entropie constante, et qui est, en mécanique, l'énergie de position. L'énergie utilisable est donc la variation de l'énergie potentielle, et le principe que nous venons d'établir peut s'énoncer en disant que dans toute transformation qui tend vers l'état d'équilibre stable, l'énergie potentielle diminue, et la diminution est compensée par une augmentation d'entropie (énergie actuelle) si la transformation est spontanée, par une énergie utilisable ou travail mis en liberté, si elle est réversible ¹.

Quant à la valeur π du potentiel, elle s'exprime simplement en fonction de l'état du système chimique. Ce potentiel est en effet, par définition, la somme de l'énergie intérieure u du système chimique, et de l'énergie intérieure u_0 du milieu dans le changement réversible ²; mais puisque le milieu

¹ Cette loi est absolument générale. Dans tout phénomène complexe, mécanique, thermique, électrique, chimique, le mouvement vers la position ou l'état d'équilibre stable est accompagné d'une transformation d'énergie potentielle (c'est-à-dire ne dépendant que de la position et du volume), en énergie actuelle (qui ne dépend que de la vitesse et de l'entropie). C'est ce qu'on peut appeler la loi de transformation de l'énergie, qui ne comprend comme cas particuliers le théorème des forces vives et le principe de Clausius.

² Le calcul du potentiel d'un système chimique suppose donc qu'il est possible, comme cela a lieu dans les systèmes mécaniques, de passer par voie réversible d'un état chimique hors d'équilibre à un état d'équilibre. Pour réaliser ce mode de changement, il suffit de faire varier les Tensions, sans laisser la transformation chimique s'accomplir, jusqu'à ce que l'équilibre soit établi, puis de ramener les Tensions à leurs valeurs primitives par voie de dissociation, c'est-à-dire en laissant les réactions s'accomplir librement. Soit, par exemple, le système $\text{CaO} + \text{CO}_2$ formé de chaux et d'acide carbonique; ce système est hors d'équilibre à la pression et à la température ordinaires; pour le ramener, par voie réversible, à l'état d'équilibre, on chauffera les deux corps séparément jusqu'à la température de 812° qui est la température de dissociation sous la pression atmosphérique, puis on mettra les corps en présence, et on laissera l'ensemble revenir à la température ordinaire. La chaux et l'acide se combineront alors pour former le système $\text{CaO} \cdot \text{CO}_2$ en équilibre sous les Tensions ordinaires.

conserve toujours les mêmes tensions t_0 et p_0 , l'énergie u_0 varie proportionnellement aux variations de volume et d'entropie du milieu, et par suite aux variations de volume v et d'entropie s du système prises en signe contraire, car les unes et les autres sont égales en valeur absolue. On a donc :

$$u_0 = -(st - vp)$$

et par conséquent :

$$\pi = u - st + vp$$

C'est la fonction II' de M. Massieu, appliquée à la transformation chimique sous tensions fixes.

Grâce à cette notion du potentiel, le principe de Clausius peut s'exprimer simplement en disant que dans une transformation spontanée d'un système chimique dans un milieu à tensions fixes, le potentiel du système diminue. Il devient minimum quand l'équilibre stable est atteint, car, par définition, le système écarté de sa position d'équilibre stable y revient spontanément; dans le cas d'équilibre instable, le potentiel serait maximum; il est constant si l'équilibre est indifférent.

On peut donc énoncer les lois suivantes sur l'équilibre et le mouvement :

Critérium d'équilibre. — *Pour qu'un système chimique soit en équilibre, il faut et il suffit que l'on ait :*

$$du = tds - p dv$$

pour toute transformation quelconque infiniment petite du système.

L'énergie utilisable est, dans ce cas, un infiniment petit du second ordre, négatif, si l'équilibre est instable, positif, s'il est stable. Dans l'équilibre indifférent, cette quantité est du troisième ordre, ou bien nulle.

Loi du mouvement chimique. — *Quand un système chimique est hors d'équilibre, la transformation chimique qui s'accomplira, sans l'intervention d'énergie étrangère, à pression et température extérieures constantes, sera celle pour laquelle on a :*

$$du - tds + p dv < 0$$

c'est-à-dire que l'énergie utilisable est positive.

On peut déduire de ces expressions une formule intéressante parce qu'elle comprend la chaleur latente de réaction rapportée à l'unité de masse. Le principe de Joule nous fournit en effet la relation :

$$L dm = du + p dv$$

dm étant la masse transformée, $L dm$ la chaleur absorbée. On peut donc écrire :

$$d\pi = L dm - t ds$$

quantité qui n'est pas nulle, quand le système est hors d'équilibre.

À l'état d'équilibre, car $d\pi$ est nul, on a :

$$L = \frac{t ds}{dm}$$

formule qui montre que la chaleur latente est proportionnelle, dans ce cas, à la variation d'entropie.

II

Energie chimique. — L'énergie utilisable d'une transformation infiniment petite d'un système à l'état d'équilibre a une expression simple. Soit un système à l'état d'équilibre chimique sous les tensions p et t du milieu. Faisons varier sa composition chimique, c'est-à-dire son degré de dissociation, d'une quantité dm ; l'énergie utilisable du système écarté ainsi de sa position d'équilibre, dans le milieu à tensions p et t , a pour valeur :

$$du - tds + pdv$$

du , ds et dv , étant les variations correspondant à un changement de composition chimique du système passant de la position d'équilibre à la position hors d'équilibre.

Si maintenant le système, pris dans son état initial est placé dans un milieu dont les tensions $p + dp$, $t + dt$, sont égales aux tensions d'équilibre de l'état final, son énergie utilisable est égale à

$$- du + (t + dt)ds - (p + dp)dv.$$

Or ces deux énergies utilisables sont égales à un infiniment petit du second ordre, et par suite chacune est égale à la demi-somme des deux quantités précédentes, c'est-à-dire que l'énergie utilisable du système quand il est à un état infiniment voisin de l'état d'équilibre, a pour expression :

$$\varepsilon = \frac{1}{2}(dt, ds - dp, dv)$$

Dans cette formule dt et dp sont les variations des tensions de dissociation, et ds et dv sont les variations de volume et d'entropie uniquement dues à la transformation chimique à tensions fixes; toutes ces variations étant mesurées dans le sens suivant lequel on s'éloigne de la position d'équilibre.

Puisque la quantité ε est l'énergie utilisable du système amené à l'état hors d'équilibre chimique, c'est une quantité toujours positive si l'équilibre est stable. Dans ce cas, on peut donc écrire la relation suivante :

$$ds, dt - dv, dp > 0.$$

On peut mettre encore cette formule de dissociation sous une autre forme, plus directement applicable aux recherches chimiques. Désignons par L la chaleur latente *dégagée* et par N le travail *accompli* dans la transformation chimique qui s'effectue sous les tensions extérieures fixes p et t , quand les tensions initiales du système sont $p + dp$ et $t + dt$.

On a

$$L, dm = tds \text{ (voir précédemment)}$$

$$N = - pdv$$

et par suite l'énergie chimique latente, pour une variation de tensions dt , dp , a pour expression :

$$\frac{\varepsilon}{dm} = \frac{1}{2} \left(\frac{L}{t} dt + \frac{N}{p} dp \right)$$

quantité toujours positive, en sorte que la relation devient :

$$\frac{L dt}{t} + \frac{N dp}{p} > 0$$

Loi sur le sens des réactions réversibles. — Les données de la thermochimie font connaître les quantités de chaleur et de travail mises en jeu dans une transformation chimique s'accomplissant dans un sens déterminé, et les signes de ces quantités. Si d'autre part on se donne les variations dp et dt des tensions on voit que la formule

$$L \frac{dt}{t} + N \frac{dp}{p} > 0$$

permet de déterminer le signe des quantités L et N et par suite le sens de la transformation chimique qui s'accomplit sous l'action d'une variation donnée des tensions.

Quand une seule des tensions varie, on peut énoncer sous une forme très simple la loi sur le sens des transformations. Si en effet dans la formule ci-dessus on fait $dp = 0$, ou $dt = 0$, on obtient les relations suivantes :

$$L dt > 0 \quad \text{ou} \quad N dp > 0$$

c'est-à-dire que les signes de L et de N sont respectivement les mêmes que ceux de dp et de dt . On peut donc énoncer la loi suivante :

Quand un système chimique est en équilibre, si l'on augmente l'une des tensions, l'autre restant constante, la réaction chimique qui s'accomplit est celle qui se fait avec une absorption d'énergie latente de même espèce que celle de la tension qui a varié. Si cette énergie latente est nulle, la variation de tension est sans influence sur l'état chimique du système.

C'est ainsi qu'une augmentation de pression entraîne la réaction qui répond à une diminution de volume (fusion de la glace, transformation de l'iode d'argent, dissolution du chlorure de sodium, précipitation du chlorhydrate d'ammoniaque, etc.); — qu'une élévation de température provoque une transformation avec absorption de chaleur (vaporisation, décomposition du carbonate de chaux, dissolution de l'hydrate de baryte, précipitation de l'hydrate de chaux, etc.).

Quand la chaleur latente est nulle, une variation de température ne trouble pas l'équilibre (dissolution de sulfate de chaux hydraté, vers 33°), et quand la transformation chimique s'accomplit sans changement de volume, l'état d'équilibre n'est pas modifié par une variation de pression (combinaison de l'iode et de l'hydrogène).

La loi de Lenz, l'effet Peltier sont des exemples d'application de cette loi dans le domaine de l'électrécité.

Loi d'isodissociation. — En général, des variations simultanées de pression et de température modifient l'état chimique d'un système en équilibre. Mais si ces variations ont entr'elles un certain rapport, l'état chimique reste invariable. Il y a ce que l'on peut appeler isodissociation; le système chimique, sans qu'aucune liaison intérieure s'oppose à la transformation chimique, se comporte cependant comme un système au repos.

Dans ce cas, l'énergie utilisable de transformation chimique est nulle et l'on a par conséquent la relation

$$L \frac{dt}{T} + N \frac{dp}{p} = 0$$

Cette formule d'isodissociation fait connaître la direction d'isodissociation, c'est-à-dire le rapport qui doit exister entre les variations de température et de pression, pour que le système conserve toujours le même état chimique¹.

Cette formule, établie d'abord pour les phénomènes de vaporisation, avait été étendue ensuite à la dissociation des systèmes à tensions fixes. On voit, comme l'un de nous l'avait déjà montré, qu'elle est absolument générale et applicable aux systèmes homogènes; elle subsiste, d'ailleurs, même dans le cas où l'équilibre serait instable.

La formule d'isodissociation trouve des applications pratiques dans le calcul des variations des points de transformation des corps (fusion de la glace, transformation de l'iode d'argent, etc.).

III

Les lois sur le mouvement chimique et sur la dissociation ont trait uniquement aux relations qui lient les tensions extérieures à l'état du système chimique considéré comme un tout. Mais un système chimique est un tout complexe, soit qu'on le considère comme formé par des éléments homogènes distincts, s'il est hétérogène, — soit, s'il est homogène, qu'on le considère comme constitué par des composés chimiques, engagés dans le mélange. Et il convient de rechercher les relations qui existent entre l'état des éléments constituants lorsque l'équilibre est établi, c'est-à-dire de définir les conditions d'équilibre intérieur.

On doit étudier d'abord l'équilibre des systèmes à tensions fixes, puis l'équilibre des systèmes ho-

mogènes, ceux-ci pouvant être ramenés à ceux-là.

Systèmes à tensions fixes. — Dans les systèmes à tensions fixes, l'état chimique de chaque élément libre homogène du système reste invariable, quelles que soient les modifications chimiques subies par le système. Or il est aisé de voir que si l'on convient de définir l'énergie et l'entropie d'un système de masse variable, mais à un état physique et chimique invariable, comme proportionnelles à la masse —, l'énergie, l'entropie, et par suite le potentiel d'un système à tensions fixes sont respectivement égaux à la somme des énergies, entropies et potentiels de ses éléments. Il suffit, pour qu'il en soit ainsi, que toutes ces quantités soient rapportées à un même état initial d'équilibre du système. Cette conclusion s'établit facilement quand l'état chimique du système varie sans que ses tensions varient, et aussi quand les tensions varient sans que l'état chimique soit modifié; par suite elle est vraie pour une transformation réversible quelconque. Or, dans un système du genre de ceux que nous considérons, une transformation chimique réversible à tensions fixes, s'accomplit sans variation de potentiel. Donc, si les états limites sont des composés définis, le potentiel de chaque composé est le même. D'où cette loi que :

La condition nécessaire et suffisante d'équilibre intérieur d'un système à tensions fixes est que les potentiels des états opposés du système, rapportés à des masses égales, soient égaux.

Ainsi les potentiels de deux états différents d'une substance à son point de transformation, sont égaux, si l'on a soin de mesurer les entropies et l'énergie comme il vient d'être dit.

On tire de là le corollaire connu sous le nom de *Loi du point triple* : lorsque deux corps ou systèmes chimiques sont équilibre à un troisième système, ils se font équilibre entre eux.

C'est ainsi que l'eau et la glace, à la température où leurs tensions de vapeurs sont égales, sont respectivement à leur point de fusion et de congélation, et les trois points de transformation se confondent en un seul, qui est le point triple. Pour l'eau, la température du point triple est très voisine de zéro. Dans les dissolutions salines, où le changement de volume dû à la dissolution est peu considérable, le point triple est aussi voisin du point de transformation.

Systèmes homogènes. — Pour appliquer la condition générale d'équilibre de minimum du potentiel aux systèmes homogènes de composition variable, il faut tenir compte des éléments engagés dans le mélange, et établir la relation qui doit exister entre la composition du système à l'état d'équilibre, et la valeur de son potentiel.

Or il est toujours possible de concevoir qu'on

¹ Pour tenir compte des changements d'état électrique, il faudrait ajouter, sans avoir rien à modifier aux démonstrations, le terme de $\frac{W de}{e}$, W étant l'énergie électrique de transformation chimique, et e la force électromotrice. On retrouverait ainsi la formule des piles, établies par le Professeur von Helmholtz.

puisse passer par voie réversible d'un état initial homogène A à un état final hétérogène B qui ne diffère de l'état initial, qu'en ce qu'une masse infiniment petite dm , de l'un des éléments, a été isolée du système homogène. Pratiquement, cette transformation réversible peut s'accomplir par osmose, liquéfaction, cristallisation; il est facile ensuite d'imaginer des liaisons s'opposant au mélange de la masse séparée dm ou même simplement de l'isoler complètement du système B'.

Il est évidemment possible, dans ce cas, de donner à la masse dm des tensions t et p , telles que le potentiel de l'ensemble hétérogène formé du système B' pris sous les mêmes tensions que le système A, et de cette masse dm , soit égal au potentiel du système A. Rien ne s'oppose alors à ce qu'on définisse l'état de l'élément engagé dans le système homogène, par l'état de la masse infiniment petite isolée, satisfaisant à cette condition. De cette manière, le potentiel total n'a pas varié dans la transformation réversible, et le potentiel de l'élément engagé dans le mélange, potentiel rapporté à l'unité de masse, est égal à celui du système. Grâce à ces conventions, les transformations infiniment petites d'un système homogène sont soumises à la même loi que celles des systèmes à tensions fixes, et cette loi peut s'appliquer dès que l'expérience a permis de mesurer les tensions t et p , qui caractérisent l'état de l'élément considéré.

Il est d'ailleurs à remarquer que la condition qu'on s'est imposée ne suffit pas pour définir complètement ces tensions, et qu'il faut y ajouter une autre condition. Du choix de cette condition dépend la simplicité des formules et des lois.

Loi de l'action de masse. — Si, par exemple, l'on admet que la température de la masse isolée reste la même que celle du système homogène, on a pour la condition d'équilibre, en procédant comme on l'a déjà fait pour établir la formule d'isodissociation, la relation :

$$L \frac{dt}{T} + \sum (v_1 - v_2) dp = 0$$

où L est la chaleur latente de réaction à tensions fixes correspondant à un changement chimique dm ; $-(v_1 - v_2)$ les changements de volumes de chaque corps isolé, mesurés sous des tensions individuelles p et t , qui résultent du changement chimique dm , $-dp$ les variations de pression qu'il faut faire subir à chaque corps isolé pour maintenir l'égalité du potentiel du système des corps isolés et du mélange quand la pression ou la composition de ces derniers varie.

Cette formule, établie dans le cas où la masse des éléments en présence est invariable et où leur état de combinaison seul varie, est encore exacte pour

le cas où la masse des éléments varie; cela résulte de ce que l'on peut, après avoir isolé du mélange un certain nombre de corps, faire varier leur masse sans troubler l'état d'équilibre du système total.

Dans les cas particuliers des mélanges de gaz parfaits, on verrait aisément que les pressions à attribuer à chaque gaz composant sont celles qu'ils auraient s'ils occupaient le volume total du mélange.

En attribuant cette valeur à la pression, on trouve pour la condition d'équilibre des systèmes formés de gaz parfaits, la relation :

$$L \frac{dt}{t} + \sum n \frac{dp}{p} + R t \sum n \frac{dc}{c} = 0$$

dans laquelle R est la constante des lois de Mariotte et de Gay-Lussac déterminée par la formule :

$$pv = R t$$

et rapportée à une molécule du gaz.

n , le nombre de molécules de chacun des gaz qui apparaît ou disparaît par le fait de la réaction dégageant les énergies latentes L et N .

c , le rapport du volume de chaque gaz au volume total du mélange, volumes mesurés l'un et l'autre sous les mêmes tensions.

Loi du point triple. — La possibilité d'isoler ainsi les divers éléments d'un mélange par voie réversible, permet également d'étendre à ce système la condition d'égalité des potentiels des états opposés d'un système en équilibre, et par suite la loi du point triple, déjà établie pour les systèmes à tensions fixes.

Cette loi du point triple, étendue aux systèmes homogènes, comporte des applications pratiques nombreuses et importantes. Par exemple, dans un système complexe formé de vapeur d'eau, acide carbonique, hydrogène et oxyde de carbone, la condition d'équilibre pourra être déduite des lois de la dissociation de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau, pris isolément.

IV

Résumant les applications des principes de la Thermodynamique, on peut énoncer les lois générales suivantes, qui régissent les transformations des systèmes chimiques quelconques :

1. La transformation chimique qui s'accomplit à tensions fixes, sans l'intervention d'énergies étrangères autres que celles échangées avec le milieu est celle qui répond à une diminution de potentiel, quantité exprimée par la formule

$$\pi = u - st + vp$$

où u , s , et v , sont l'énergie intérieure, l'entropie et le volume du système, t et p la température et la pression du milieu.

2. Pour qu'un système chimique soit en équilibre, il faut et il suffit que le potentiel soit minimum, maximum ou constant.

3. Quand les tensions de dissociation varient de dp et dt , la transformation qui s'accomplit est celle pour laquelle l'énergie utilisable chimique est positive, c'est-à-dire celle pour laquelle on a la relation :

$$L \frac{dt}{t} + N \frac{dp}{p} > 0$$

où L et N sont les énergies de transformation chimique, chaleur latente et travail, p et t les tensions.

En particulier : si la pression seule augmente, la température restant constante, la transformation chimique qui s'accomplit est celle qui comporte une contraction de volume ; — si la température augmente, la pression restant constante, la transformation chimique est celle qui se fait avec absorption de chaleur ; — si la chaleur latente est nulle (ou si la réaction se fait sans changement de volume), une variation de température (ou une variation de pression) est sans action sur l'état chimique du système.

4. Pour qu'il y ait isodissociation, c'est-à-dire pour que les variations simultanées des tensions de dissociation ne puissent pas modifier l'état chimique du système supposé libre de toute liaison, il faut que ces variations satisfassent à la relation

$$L \frac{dt}{t} + N \frac{dp}{p} = 0.$$

5. Pour qu'un système chimique homogène ou à tensions fixes soit en équilibre, il faut, et il suffit, que les potentiels de ses éléments, rapportés à l'unité de masse, soient égaux.

De là s'ensuit que deux systèmes chimiques qui font équilibre à un troisième et qui sont susceptibles de passer de l'un à l'autre, se font équilibre entre eux.

Ces lois, en y joignant celle qui a trait à l'action de masse dans les systèmes homogènes, représentent tout ce que l'on peut tirer des principes généraux de la thermodynamique dans les applications chimiques. Mais elles ne suffisent évidemment pas pour déterminer d'une façon complète les conditions des réactions. Il existe sans aucun doute des principes expérimentaux spéciaux à la chimie qui achèvent de définir ces conditions ; mais ces principes sont encore complètement inconnus, et en dehors de la loi des tensions fixes, nous n'en connaissons que quelques cas particuliers (lois des gaz parfaits). Il reste donc encore, au double point de vue expérimental et théorique, beaucoup à faire dans le domaine de la mécanique chimique pour rendre, au moins dans une certaine mesure, cette science comparable, par ses méthodes, à la mécanique rationnelle.

H. Le Chatelier,

Ingenieur en chef des Mines,

G. Mouret,

Ingenieur des Ponts et Chaussées.

L'ŒUVRE DU NIVELLEMENT GÉNÉRAL DE LA FRANCE

Les nivellements généraux se multiplient de plus en plus sur la surface de l'Europe, on pourrait même dire du monde, puisque le Japon lui-même a commencé sa triangulation depuis cinq ou six années. Mais, fiers à juste titre de l'exemple que nous avons donné, nous ne devons point laisser oublier que c'est la France qui a ouvert la voie aujourd'hui universellement suivie.

Il n'est point nécessaire d'insister sur l'urgence de connaître exactement le relief du sol pour l'étude comme pour la construction des voies de communication, l'aménagement des eaux, la défense du territoire. De toute obligation des nivellements spéciaux doivent être exécutés pour les divers travaux de l'art de l'ingénieur. Il faut au point de départ une base à ces nivellements spéciaux, et le nivellement général de tout un pays a précisément pour but de fournir une base certaine, de faciliter ainsi ces études, d'en assurer l'exactitude.

Le premier nivellement d'ensemble de la France fut confié à l'ingénieur Bourdaloue : c'est lui-même qui, après avoir doté le département du Cher d'un

nivellement général, avait proposé d'entreprendre un travail semblable pour chacun des départements ; il s'était déjà fait connaître par des perfectionnements notables apportés aux instruments comme aux méthodes de nivellement. C'était un travail énorme qu'il entreprenait.

Un nivellement général doit comprendre une triple opération : 1° Etablissement d'un réseau principal de lignes de base, tracées de façon à pénétrer dans tous les départements et procurant pour les nivellements ultérieurs des repères rapportés à une même surface du niveau ; 2° établissement de réseaux secondaires dans les grands compartiments formés par les lignes de base ainsi tracées ; — 3° enfin nivellements de détail. De 1857 à 1864 Bourdaloue terminait la première partie de ce travail : les lignes de base avaient un développement de 14.980 kilomètres, suivant les principaux fleuves, les canaux navigables, les grandes lignes de chemins de fer, reliant entre eux tous les chefs-lieux de département de la France continentale ; le tracé en était indiqué par des repères immuables portant

d'ordinaire l'altitude inscrite, la distance entre deux repères consécutifs étant environ de 1 kilomètre.

Chacune des lignes principales était parcourue et nivelée trois fois par deux opérateurs observant indépendamment l'un de l'autre. On se servit exclusivement de grands niveaux à bulle et à lunette, en procédant par visées horizontales, avec une portée de coup de niveau de 125 à 130 mètres; on faisait usage de mires parlantes divisées en parties de 0^m02 de hauteur; l'objectif de la lunette avait une longueur focale de 0^m48; enfin les niveaux, relativement très sensibles, donnaient de 3" à 7" par millimètre de course de la bulle, permettant d'apprécier 1" d'inclinaison. On avait obtenu des résultats d'une précision inespérée pour cette époque; les divers polygones formés par les lignes du réseau se fermaient avec de très petits écarts, et l'on pouvait être autorisé à conclure qu'aucune des altitudes obtenues n'était affectée d'une erreur dépassant trois centimètres.

Les résultats obtenus par Bourdaloué avaient été réunis en un volume spécial les présentant par département. Mais notons un point intéressant : toutes les altitudes relevées par Bourdaloué ont été rapportées au *niveau moyen* d'abord de l'Océan à Saint-Nazaire, puis de la Méditerranée à Marseille. Cette mer n'a que des mouvements peu sensibles, et l'on a été conduit à prendre comme niveau moyen la surface du niveau passant à 0^m40 au-dessus du 0 de l'échelle des marées à Marseille.

Mais les résultats obtenus par Bourdaloué avaient besoin d'être complétés; puis, tels sont les progrès de la science que l'on pouvait, quatorze ans à peine après les travaux si remarquables de cet ingénieur, légitimement aspirer à une précision bien plus grande dans le nivellement. Aussi, en 1878, une Commission était-elle nommée pour arrêter les bases d'un nivellement général de la France répondant mieux aux besoins, en rapport avec l'état actuel de la science. Cette Commission fondeur par l'intermédiaire d'un Comité émané de son sein et composé d'autorités scientifiques, MM. Cheysson, Goulier, Durand-Claye, Prompt, Lallemand¹.

D'après le programme de 1878, le nivellement doit s'étendre à tout le territoire, de manière à fournir 12 à 15 points de repère parfaitement définis par commune, permettant l'établissement de cartes à grande échelle indiquant le relief du sol dans tous ses détails. Les opérations ont été réparées en trois ordres, et on a établi pour chaque

ordre la nécessité d'une précision différente. On doit obtenir : 1° Un réseau de premier ordre, ou *réseau fondamental*, d'un développement de 12.000 kilomètres environ, composé de lignes se recoupant pour former des polygones de 400 à 500 kilomètres de contour chacun; pour ce réseau il faut la plus grande précision qu'il soit possible d'atteindre, justement parce qu'il est fondamental. 2° Un réseau de deuxième ordre ou *intercalaire*, de 800.000 kilomètres environ de développement; il embrasse les cours d'eau, les voies de communication, comme avait fait Bourdaloué; les lignes en sont transversales et s'appuient sur le réseau fondamental. Bien entendu, une exactitude moins rigoureuse est suffisante ici. 3° Pour définir complètement la configuration du sol, on relèvera une série de *courbes de niveau* rattachées aux deux réseaux et suffisamment rapprochées.

La France se trouve divisée, pour l'établissement du réseau fondamental, en 43 polygones, désignés chacun par une lettre; chacun des côtés communs à deux polygones forme une section du réseau fondamental, et cette section est désignée par les deux lettres représentant les deux polygones adjacents. Avant toute opération, on scelle les repères fixes aux endroits qu'ils doivent occuper; on intercale du reste des repères provisoires entre les repères définitifs, généralement éloignés de 500 à 1.000 mètres. Le nivellement de chaque section est fait deux fois en sens inverse, aller et retour, les opérations d'une même journée étant limitées à une section. Au début ou à la fin d'une section aboutissant à d'autres sections antérieurement nivelées, ou à la rencontre d'une ligne appartenant au réseau Bourdaloué, on rattache les nouvelles opérations aux anciennes, en recommençant le nivellement entre deux ou plusieurs des repères anciens les plus proches, pour contrôler leur invariabilité depuis leur scellement.

Puis les résultats sont soumis à un travail de bureau, à des calculs pour vérifier l'exactitude des opérations; on recommence le nivellement qui a fourni des différences partielles de niveau à l'aller et au retour, entre deux repères consécutifs, ne concordant pas suffisamment.

Les repères employés diffèrent complètement, quant à leur forme, des repères actuellement en usage et notamment de ceux du nivellement Bourdaloué. Ceux-ci avaient la forme d'un cylindre en fonte peinte à génératrices horizontales, faisant une légère saillie sur le plan des murs où ils sont scellés, et portant dans leur milieu un peu évidé la cote d'altitude. Les nouveaux repères se composent d'une console en bronze ou en fonte oxydée, faisant une forte saillie sur les murs; au-dessus et plaqué contre le mur est une tablette verticale en fonte. La

¹ Ministère des Travaux Publics. Nivellement général de la France. — Réseau fondamental. — Répertoire graphique définissant les emplacements et altitudes des repères. — 1^{er} Livraison Opérations effectuées sous la direction de M. Lallemand, président de la Commission du nivellement pendant les campagnes de 1884, 1885 et 1886. — Un volume grand in-4°, 32 grandes planches, Marchadier et C^{ie}, 150, rue de Lafayette.

console porte une pastille en forme de calotte sphérique, et la mire trouve ainsi un point d'appui fixe; la cote correspond à un point bien déterminé, le sommet de la calotte; la pastille est assez éloignée de la paroi pour que la mire puisse être tenue verticalement, le milieu du talon correspondant au sommet de la pastille. Deux cavités ménagées, l'une sur la face antérieure de la console, l'autre sur la tablette verticale appuyée contre le mur ou la construction en général où est scellé le repère, sont destinées à recevoir des plaques de porcelaine où seront inscrits, d'une part le *matricule* du repère, composé à la fois de l'ensemble des lettres définissant la section à laquelle il appartient, et du chiffre indiquant sa place dans cette section; d'autre part l'altitude du sommet de la pastille. La tige en T de ces repères est scellée au ciment dans les parois verticales de constructions solides, immuables par leur nature. Outre ces repères principaux, on place, sur le seuil de certains bâtiments et sur les plinthes des ouvrages d'art, des repères secondaires formés de simples rivets en bronze.

Les niveaux employés aux opérations sont du type connu sous le nom de niveaux à *fiole indépendante*, avec quelques améliorations spéciales, notamment au pied; le pivot de l'instrument peut être plus aisément amené dans la verticale. Pour perfectionner le niveau à bulle d'air, on y a simplement ajouté quatre prismes isocèles rectangulaires à réflexion totale, servant de miroirs, et renvoyant à l'œil de l'observateur placé près de l'oculaire l'image des extrémités de la bulle d'air et des divisions correspondantes de la fiole; l'observateur vérifie ainsi lui-même, sans déplacement, l'exactitude du calage de la fiole. Les mires sont du système *compensateur*, permettant de connaître à tout moment la longueur réelle de la mire et, par suite, la valeur rigoureusement exacte des lectures faites; la longueur de la mire peut varier de plusieurs centimillimètres par mètre.

Au 31 décembre 1889, la longueur totale nivelée des lignes du réseau fondamental était de 7.945 kilomètres. Aujourd'hui près des 2/3 du réseau fondamental sont achevés, et l'on peut en espérer l'achèvement complet pour 1892; il reste le travail à faire sur 4.355 kilomètres.

La précision obtenue est à peu près triple de celle des opérations de Bourdalouë; l'erreur accidentelle probable est de 0^m001 par kilomètre, en moyenne. L'erreur systématique probable ne dépasse nulle part 0^m03 par kilomètre.

Le nouveau réseau fondamental est dès à présent relié avec le nivellement suisse à la Cure et Annemasse, avec le réseau italien à Vintimille, avec le

nivellement espagnol aux deux extrémités de la chaîne des Pyrénées, à Hendaye et au col de Perthus; enfin les rattachements sont faits avec la Belgique à Baisieux et Blanc-Minon. D'autres rattachements sont préparés à Ghyneld, Givet, Mont-Saint-Martin, Ars-sur-Moselle, Avricourt, Petit-Croix, Delle, Morteau, Bardonnèche, Mont-Genève, enfin Bompot en plaines Pyrénées.

Les nouvelles opérations ne coûtent que 32 francs par kilomètre, tandis que le kilomètre des opérations de 1857-64, revenait à 50 francs.

Le réseau fondamental nouveau croise déjà le réseau Bourdalouë en un grand nombre de points, et des comparaisons ont pu facilement s'établir. Pour la partie du réseau terminée au 1^{er} janvier 1888, M. le colonel Goulier a rapproché les altitudes anciennes et nouvelles des repères communs aux deux réseaux; et il a mis en relief une discordance qui, avec quelques alternatives, va en croissant de Marseille à Lille; à Marseille, elle est de 0^m07, simplement égale à la différence des niveaux de comparaison des deux réseaux; à Lille, elle atteint environ 0^m80.

Depuis 1877 est institué un Service de conservation des repères confié aux ingénieurs des Ponts et Chaussées; ce Service a eu à faire remplacer ou reposer 930 repères; enfin il a été publié deux éditions des rectifications au catalogue des repères Bourdalouë, l'une en 1881, l'autre en 1888.

Le nouveau service du nivellement (nous disons nouveau par rapport à Bourdalouë), publie tout naturellement, lui aussi, un Recueil de ses travaux, un catalogue des altitudes trouvées, des repères posés, sous la forme d'un répertoire graphique: ce répertoire est constitué par un plan itinéraire du nivellement reporté sur des feuilles successives: chaque repère est figuré à sa place sur ce plan par un point accompagné du matricule du repère; dans la marge, des croquis représentent le profil du repère, l'élévation du bâtiment qui le porte et la position qu'il y occupe; le premier volume de ce nouveau répertoire vient de paraître.

Ce rapide aperçu aura suffi, nous l'espérons, à donner une haute idée de l'œuvre accomplie et du programme qu'on se propose de remplir complètement: la France qui s'est mise à la tête des nations dans le mouvement en faveur des nivellements généraux, qui la première a heureusement accompli le sien avec l'ingénieur Bourdalouë, la France a su conserver sa place; elle peut être fière du développement qu'ont pris les nivellements de précision en Europe, puisqu'elle en a été l'initiatrice.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1^{re} Sciences mathématiques.

Mangeot M.-S. — De la symétrie courbe. — Thèse soutenue devant la Faculté des Sciences de Paris le 22 janvier 1891. Gauthier-Villars et fils.

En géométrie élémentaire on étudie les figures symétriques par rapport à un axe, par rapport à un point ou par rapport à un plan. Deux figures symétriques par rapport à un axe sont *égales*; il n'en est pas de même, en général, de deux figures symétriques par rapport à un point ou un plan : ces figures ont leurs éléments de volumes, surfaces et longueurs *équivalents*, mais *autrement disposés*.

M. Mangeot étend cette notion de symétrie de la façon suivante : Soit une surface S donnée; deux points sont appelés symétriques par rapport à cette surface quand la droite qui les joint est normale à S et divisée par elle en deux parties égales. Deux figures sont dites symétriques par rapport à la surface S , quand leurs points sont deux à deux symétriques par rapport à S : on suppose, dans cette définition, que si deux points de l'une des figures sont infiniment voisins, on choisit comme normales issues de ces deux points deux normales infiniment voisines, de telle manière que les deux points symétriques soient aussi voisins. On retrouve évidemment les trois modes élémentaires de symétrie en supposant que la surface S se réduise à un axe, un point ou un plan.

M. Mangeot est naturellement conduit à deux problèmes principaux :

1^o Etant donnée une figure, trouver ses surfaces de symétrie, certaines de ces surfaces pouvant, bien entendu, se réduire à des lignes droites ou courbes, ou même à des points.

2^o Etant donnée une surface, étudier les propriétés des figures symétriques par rapport à cette surface.

Le premier problème est résolu par M. Mangeot, pour les courbes et surfaces du second ordre, à l'aide de formules simples dont quelques-unes avaient déjà été obtenues par Monge : comme application, l'auteur détermine, parmi les surfaces de symétrie d'une quadrique, celles qui sont algébriques, celles qui sont réglées, celles qui sont d'étendue minimum; ces dernières ne peuvent exister que si la quadrique est une surface de révolution ou un cylindre parabolique.

Dans le deuxième problème, l'étude des figures symétriques par rapport à une surface donnée S , l'auteur a principalement porté son attention sur les cas dans lesquels certains des éléments des deux figures symétriques, éléments de longueurs, de surfaces ou de volumes sont *équivalents*. Lorsque cette condition est remplie, M. Mangeot dit qu'il y a symétrie *matérielle* pour les lignes, les aires, ou les volumes. Envisagé à ce point de vue, le problème a de nombreux points de contact avec la théorie des *déblais* et des *remblais* des lignes, aires ou volumes. L'auteur se trouve ainsi amené à traiter incidemment certaines questions de la théorie des déblais et des remblais, par exemple à rechercher les surfaces dont les normales découpent des aires équivalentes sur un cylindre de révolution; la détermination de ces surfaces se ramène à l'intégration d'une équation linéaire aux dérivées partielles, identique à son adjointe, que l'on peut intégrer par la méthode de Riemann, comme l'a déjà montré M. Boussinesq. Pour donner une idée de la nature des théorèmes établis dans cette seconde division de la thèse, nous citerons le suivant dont Steiner et M. Goursat avaient indiqué une partie : Soit S une surface d'étendue minimum; il est

possible de construire, d'une infinité de façons, deux figures continues, symétriques par rapport à cette surface et présentant la symétrie matérielle dans toutes leur parties, volumes, faces et arêtes : cette proposition confirme, sous le point de vue de la symétrie, l'analogie bien connue entre le plan et les surfaces d'étendue minimum.

P. APPELL.

Thomae (Johannes), in Jena. — Abriss einer Theorie der functionen einer complexen Veränderlichen und der Thetafunctionen. Dritte, erheblich vermehrte Auflage. Mit in den Text eingedruckten Holzschnitten und 1 lithogr. Figurentafel. Halle a. S. 1890; Verlag von Louis Nebert grand in-4^o de 144 pages.

La troisième édition de l'esquisse d'une théorie des fonctions d'une variable complexe et des fonctions Theta que vient de publier M. Thomae diffère sur plus d'un point de celles qui l'ont précédée; certaines parties, devenues tout à fait classiques, presque élémentaires, ont été réduites, tandis que les fonctions doublement périodiques et les intégrales elliptiques sont traitées avec un plus grand développement.

Sous sa nouvelle forme l'ouvrage du savant professeur de l'Université d'Iéna s'adresse spécialement à ceux qui ont déjà des connaissances assez étendues sur ces matières; ce n'est pas un livre destiné à initier les débutants; mais, sous sa forme concise, il rendra de grands services à ceux qui, ayant des notions exactes sur les fonctions elliptiques, voudront connaître les propriétés fondamentales des fonctions thêta.

Après avoir rappelé dans un premier chapitre les propositions indispensables à posséder de la théorie des fonctions, M. Thomae aborde les fonctions doublement périodiques, puis il examine successivement les intégrales de première, de deuxième et troisième espèces. L'ouvrage se termine par une collection de formules qui lui donnent nettement un caractère pratique; c'est d'ailleurs ce caractère que l'auteur a cherché certainement à réaliser et qui constitue l'utilité de sa publication à côté des œuvres considérables et nombreuses que l'on possède sur ce sujet.

L. O.

Caspari (M. E.), secrétaire. — Congrès international de Chronométrie. — Comptes rendus des travaux, procès-verbaux, rapports et mémoires, publiés sous les auspices du bureau du Congrès, Gauthier-Villars et fils, 55, quai des Grands-Augustins, un vol. grand in-4^o de 213 pages, 1890, 7 fr. 50

Le Congrès international de Chronométrie qui, à l'occasion de l'Exposition Universelle, s'est réuni à l'Observatoire de Paris le 7 septembre 1889, a tenu, sous la présidence du regrette Phillips, six séances fort importantes pour les progrès de la Chronométrie; les comptes rendus qui viennent de paraître en font foi. Nous ne pouvons songer à donner ici une appréciation détaillée de tous les Mémoires qu'ils contiennent et nous devons nous contenter d'en énoncer les titres :

Note sur l'horlogerie à l'Exposition de 1889, par M. Paul Garnier. — Rapport sur la question : construction des pièces chronométriques par M. Ernest Antoine. — Sur la production mécanique en chronométrie, par M. Rodanet. — De la compensation des températures dans les thermomètres, par Phillips. — Rapport sur les perturbations et le réglage des chronomètres, par M. Caspari. — Note complémentaire sur l'isochronisme, par M. Caspari. — Sur la construction et le réglage des chronomètres et montres de précision, par M. Rozé. —

Etude sur les programmes des concours pour l'acquisition des chronomètres, par M. Rollet de l'Isle. — Expériences et observations sur les chronomètres de la marine néerlandaise, par M. le D^r Kaiser. — Sur les variations dans la marche des chronomètres en dépendance des changements dans l'amplitude des oscillations du balancier par M. Nyrén. — Sur l'emploi des chronomètres à la mer et les perturbations de leurs marches, par M. Aved de Magnae. — Sur l'emploi et les variations des chronomètres à la mer, par M. Mouchez. — Note sur la méthode chronométrique, par M. Serres. — Sur le réglage des balanciers de chronomètres et la synchronisation, par M. Cornu. — Exposé sommaire des travaux qui ont été faits à l'Observatoire de Paris pour le réglage électrique des horloges, par M. Wolf. — Le Téléchronomètre, par M. Ungerer. — Sur l'entraînement du support par le pendule en mouvement, par M. le Comm. Deforges. — Chronographie astronomique, Régulateur isochrone, Plume enregistreuse, par M. Richard. — De la mesure de la vitesse. Nouveaux indicateurs absolus par M. Richard.

J. POULET.

2° Sciences physiques.

Guehard (le D^r Adrien). L'aurole photographique. (*Moniteur de la photographie*, 1^{er} août 1890.)

Depuis qu'elle a été magistralement traitée par M. Cornu¹, la question de l'aurole ou du halo photographique paraît être d'une extrême simplicité, et l'on s'étourdit volontiers des longs tâtonnements que sa solution complète a exigés. La lecture du très intéressant mémoire du D^r Guehard, l'un des premiers qui s'occupa de cette question, nous renseigne abondamment sur ce point. Attaquant le problème par le procédé purement empirique, il établit d'abord les faits suivants : L'aurole se produit seulement sur les plaques de verre, et jamais sur le papier sensible employé comme négatif; on l'observe dans la photographie sans objectif; par conséquent sa cause unique doit être cherchée dans la plaque. L'auteur était dans la bonne voie, en ce qui concerne les causes du phénomène, lorsque parut le mémoire où M. Cornu en indiquait en même temps le remède.

M. Guehard nous révèle que, outre les frères Henry, un astronome anglais de grand mérite, le capitaine Alhey avait aperçu, il y a déjà une quinzaine d'années, la véritable raison du halo, qu'il nomme « irradiation photographique » et avait indiqué le moyen de le diminuer, sans cependant le supprimer complètement.

Ch. Ed. GUILLAUME.

Richardson (E). — Le poids spécifique d'un liquide considéré comme fonction de son point d'ébullition et de son poids moléculaire. *Chemical News*. 30 janvier 1891.

Le point d'ébullition d'un liquide a une certaine relation avec son poids moléculaire. Ceci s'observe nettement dans les séries homologues de la chimie organique, où une élévation constante du point d'ébullition correspond à une augmentation constante dans le poids moléculaire. Mais entre le poids spécifique et le point d'ébullition ou le poids moléculaire, aucune relation nette n'a été observée. Cela ne prouve pas qu'il n'en existe point, et peut résulter de ce fait que la comparaison a été faite dans des conditions défavorables. M. Richardson a eu l'idée de comparer la température d'ébullition des liquides à la température à laquelle, par suite de la dilatation, leur poids spécifique deviendrait égal à l'unité.

En calculant les températures auxquelles le poids spécifique devient égal à l'unité d'après les tables de densités et de dilatations du professeur Thorpe²,

M. Richardson est arrivé aux conclusions suivantes, qu'il ne donne que comme une première indication sur les relations possibles :

1° La température à laquelle le poids spécifique est égal à l'unité croît régulièrement quand le poids spécifique du liquide augmente.

2° Les nombres obtenus en divisant cette température par le poids moléculaire varient relativement peu. Beaucoup d'entre eux sont très voisins de 2. Il est probable que l'examen d'un très grand nombre de liquides permettrait de les séparer en un certain nombre de classes, chacune d'elles conduisant à une valeur déterminée de ce rapport.

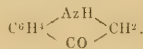
3° Le même fait s'observe si l'on examine les valeurs du rapport des températures absolues d'ébullition et de poids spécifique égal à l'unité.

Ce ne sont là que des approximations, même assez lointaines, mais étant donnée la grande variété des liquides examinés, on peut espérer déduire de ce mode de recherche des relations intéressantes.

Georges CHARPY.

Heumann (Karl). — Nouvelle synthèse de l'indigotine. *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, 1890, page 3043.

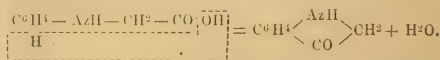
M. Baeyer, dans le cours de ses remarquables recherches sur l'indigotine et ses dérivés, a montré que certains modes de production de ces composés conduisent à admettre l'existence d'un corps intermédiaire, qu'il a nommé *pseudo-indoxyle* et auquel il attribue la formule suivante :



Quand on essaie de mettre ce composé en liberté, il se transforme immédiatement en son isomère l'indoxyle :



L'auteur a cherché à obtenir ce pseudo-indoxyle par déshydratation interne du phénylglycocolle :



L'emploi de substances déshydratantes telles que le chlorure de zinc, l'acide sulfurique concentré, etc., n'a donné que des résultats négatifs; au contraire les alcalis caustiques semblent conduire au but, bien que l'on n'ait pas isolé le corps en question, mais seulement son produit d'oxydation, l'indigotine. Voici comment il convient d'opérer pour préparer synthétiquement cette importante matière colorante.

On fond à l'abri du contact de l'air une partie de phénylglycocolle avec 2 parties de potasse caustique; dès la température de 260° la masse se colore en jaune; en prélevant de petites quantités de matière et les projetant dans l'eau, on arrive à un moment où l'on obtient à la partie supérieure du liquide une pellicule bleu foncé avec des reflets rouge cuivre : c'est l'indigotine. Quand ce point est atteint, il faut interrompre rapidement l'action de la chaleur pour ne pas décomposer le corps qui fournit l'indigo.

En faisant dissoudre dans l'eau le produit de la fusion à l'abri du contact de l'air, on obtient une cuve jaune qui se change lentement à l'air en indigo; si l'on agite la masse au moyen d'un courant d'air la transformation est plus rapide et il se dépose un volumineux précipité d'indigo.

Jusqu'à ce jour l'indigotine n'a pas été préparée industriellement par synthèse : il semble que les recherches de M. Heumann sont appelées à combler cette lacune; car le brevet pris par l'auteur a été acheté par

¹ Voyez sur ce même sujet l'article de MM. Lumière dans la *Revue* du 30 sept. 1890, page 568.

² Journal of Chemical Society, 1880.

une fabrique, bien connue, de matières colorantes : « Die Badische Anilin und Sodafabrik, in Ludwigshafen a. Rh. »

H. GAUTIER.

Conférences faites au laboratoire de M. Friedel. (2^e fascicule.) Un vol. in-8° de 190 pages (5 fr.), Georges Carré, éditeur, 58, rue Saint-André-des-Arts. Paris, 1891.

A une époque où il est si difficile de se tenir au courant des progrès incessants de la chimie, on doit accueillir avec beaucoup d'intérêt toutes les publications où se trouvent condensés et systématisés les résultats les plus récents relatifs à une question à l'ordre du jour. En évitant des recherches bibliographiques, presque toujours fatigantes et difficiles, on gagne ainsi un temps précieux.

Tels sont précisément les avantages qu'on peut retirer de la lecture de chacune des conférences publiées dans le recueil que nous signalons aujourd'hui à l'attention des chimistes.

Le volume qui vient de paraître n'est que la suite de celui dont il a déjà été question dans cette *Revue* !. Nous n'avons donc pas à le présenter au lecteur. La variété des sujets traités ne laisse rien à désirer. On y trouvera des conférences de MM. Chabrière sur les relations entre la composition chimique et la tension superficielle des corps; Béhal, sur les dérivés azoïques et sur les oximes, Patein, sur les sulfines, Auger, sur les migrations moléculaires, A. Combes, sur les dicétones.

Il est presque inutile d'ajouter que tous ces travaux se font sous le haut patronage scientifique d'un maître éminent, aimé et vénéré de tous. C'est la meilleure garantie du succès de cette publication, qui, nous n'en doutons pas, sera très favorablement accueillie dans le monde des chimistes.

Ph. A. GUYE.

Berther (A.). — L'Iconogène (1 fr.) J. Michelet, 23, Quai des Grands-Augustins, Paris, 1890.

Sous ce titre l'auteur a réuni les formules de préparation de l'Iconogène et son emploi dans le développement. Il montre combien il facilite les manipulations photographiques si lentes avec l'hydroquinone, si salissantes avec l'acide pyrogallique, le fer, etc.

L'Iconogène est le nom donné au sel de soude de l'acide amido β naphthol β mono-sulfonique. C'est peut-être le meilleur révélateur connu et il faut remercier M. Berthier d'avoir mis à la portée de tous son mode d'emploi en photographie.

C. NAUD.

3° Sciences naturelles.

Thoulet (J.), Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy. — Océanographie (Statique). 1 vol. in-8°, de X-492 p., avec 103 fig. dans le texte. Prix : 10 fr. Paris, L. Baudoin et Cie, 30 Rue et Passage Dauphine, 1890.

L'on sait combien les études relatives à la physique des mers ont pris de développement dans ces dernières années en Angleterre, aux États-Unis, en Norvège et en Allemagne; les résultats de la longue campagne du *Challenger*, en particulier, sont dans toutes les mémoires. Malgré les efforts qui ont abouti aux expéditions du *Travailleur* et du *Talisman*, si fructueuses surtout pour la zoologie, la France est restée fort en retard, à ce point de vue, sur les grandes nations maritimes de l'Europe et de l'Amérique.

M. Thoulet, après être allé s'initier aux méthodes de recherches auprès des maîtres de la science nouvelle, s'est donné pour tâche de populariser l'océanographie dans notre pays et d'y intéresser l'esprit public. L'ouvrage qu'il fait paraître aujourd'hui vient combler une fâcheuse lacune de notre littérature scientifique : grâce

à M. Thoulet, les lecteurs désireux d'acquiescer des notions exactes et précises sur les phénomènes compliqués dont l'Océan est le siège ne seront plus obligés d'avoir recours aux manuels étrangers, tels que ceux de Boguslawski, Krümmel, Wyld, etc., qui jusqu'à présent n'avaient point d'équivalents dans notre langue.

Ce premier volume ne comprend que la *Statique*; il est divisé en une série de chapitres consacrés à la topographie de la mer et aux instruments qui servent à la déterminer, à la minéralogie et à la géologie sous-marines, à la chimie des eaux et des dépôts, aux questions de température, de densité et de pression, ainsi qu'à l'examen des propriétés optiques. Un chapitre sur la biologie de la mer met bien en évidence les services que les études d'océanographie théorique sont susceptibles de rendre à l'industrie de la pêche, dont l'importance est devenue si considérable pour le commerce et pour l'alimentation du monde entier. Dans une dernière section, l'auteur s'occupe enfin des glaces, de leurs divers modes de formation et de leur rôle dans l'économie générale de l'Océan.

Quelles que soient les critiques de détail que l'on puisse relever dans ce premier essai, M. Thoulet n'en mérite pas moins toute la reconnaissance des naturalistes et des géographes. Nous attendrons avec impatience la publication du second volume qui, sous le titre de *Dynamique*, doit terminer l'ouvrage et comprendre l'étude des mouvements de la mer et des modifications qu'ils apportent à la forme de la surface terrestre.

Emm. de MARGERIE.

Vuillemin (D^r P.). — Le type floral des Graminées. — Bull. Soc. Sciences de Nancy. 1890.

Dans une courte Note l'auteur expose les raisons qui lui permettent de considérer la fleur des Graminées, suivant la théorie d'Eichler, de Celakowsky, etc., comme une fleur dont le perianthe serait représenté par les glumellules. Nous ne pouvons analyser cette Note dont chaque phrase exigerait des développements que l'auteur nous promet bientôt. Bornons-nous à rappeler que M. Vuillemin compare l'épillet à la calathide des composées dont le réceptacle commun est allongé au lieu d'être étalé. Les glumes correspondent aux pièces du périgone, les glumelles inférieures aux paillettes et les fleurs, au lieu d'être sessiles, ont un axe assez allongé pour former une préfeuille représentée par la glumelle supérieure; chaque fleurette est plus réduite que chez les composées; le calice étant toujours nul et la corolle rudimentaire.

Pour M. Vuillemin, les Graminées ne seraient pas un type primitif, elles formeraient le terme extrême d'une série de Monocotylédones anémophiles de laquelle se sont sans doute détachés les Palmiers, les Iunées, les Cypéracées.

L. MANGIN.

Beauregard et Galippe. — Guide pratique pour les travaux de micrographie. 1 vol. in-8°, G. Masson, 120, boulevard Saint-Germain. Paris, 2^e édition, entièrement refondue (15 fr.).

Les auteurs de cet ouvrage, au moment où ils en ont écrit la première édition, avaient eu pour but de réunir tous les renseignements relatifs aux divers sujets que peuvent avoir à étudier tous ceux qui par leurs études ou leur profession ont besoin de recourir à l'usage du microscope. C'était faire un livre utile, répondant à des besoins nouveaux, la preuve en est dans le succès qu'il eut auprès du public et dans ce fait, qu'il a eu depuis de nombreux imitateurs, aussi bien en France qu'à l'étranger. Mais une deuxième édition était devenue nécessaire en raison du chemin parcouru dans ces dernières années par la science du microscope. C'est de ce second ouvrage dont nous désirons dire quelques mots ici.

Signalons d'abord les modifications et les additions

¹ *Revue générale des Sciences*, 1890, t. 1, p. 587.

que les auteurs ont fait subir à leur première publication. En premier lieu, tous les chapitres qui forment le *Guide pratique de micrographie* ont été remaniés et mis en harmonie avec l'état actuel de la science. En second lieu, les auteurs ont écrit un chapitre nouveau pour la bactériologie; comme le cadre de cet ouvrage ne leur permettait pas de donner une étude complète des bactéries, ils ont dû se borner à donner les caractères généraux de ces organismes, les divers procédés qu'on emploie pour les cultiver, les observer, et les classer. C'est ainsi que l'on trouvera dans cette seconde édition les indications nécessaires à la recherche des parasites, soit dans les liquides pathologiques (pus, crachats) soit dans les eaux employées pour l'alimentation. Enfin, les auteurs ont ajouté à leur ouvrage un chapitre de technique appliquée à l'histologie; le mode d'examen et de préparation des différents tissus a été traité avec tous les détails nécessaires.

Le plan général de l'ouvrage n'a pas été changé. Il est divisé en deux parties : *Histologie végétale* et *Histologie animale*. Dans l'histologie végétale on étudie la cellule, les tissus, les appareils, la structure des divers organes de la plante et les organes de reproduction dans les différents groupes du règne végétal. La deuxième partie, qui a pour titre l'histologie animale, est plus tôt l'étude des applications du microscope à la clinique, à l'hygiène et à la médecine légale. La plupart de ces chapitres sont très consciencieusement traités et renferment une foule de détails précieux; le clinicien consultera surtout les chapitres relatifs au sang et aux sécrétions urinaires; le médecin chercheur ceux qui traitent du sperme, et de l'examen des cheveux et des poils; l'hygiéniste ceux qui sont relatifs aux parasites, aux corpuscules et miasmes de l'air, et à l'examen microscopique des eaux.

Les auteurs ont voulu faire de leur ouvrage, ainsi qu'ils le disent eux-mêmes dans leur préface, « une sorte de bibliothèque réduite à sa simple expression, » dans laquelle le chercheur aussi bien que le praticien auraient sous la main des renseignements précis, faciles à compléter, si cela était nécessaire à l'aide des nombreuses indications bibliographiques qu'ils n'ont pas manqué de donner au lecteur. Il nous suffira de dire pour terminer qu'ils ont pleinement réussi.

J. HÉRALD.

4° Sciences médicales.

Baudouin. L'asepsie et l'antisepsie à l'hôpital Bichat. Service de chirurgie de M. Terrier (5 fr.). Paris, Lecrosnier, place de l'Ecole de Médecine, 1890.

C'est avec une réelle satisfaction que nous avons parcouru le livre que vient d'écrire M. Marcel Baudouin. A une époque où beaucoup de chirurgiens ne sont encore antiseptiques que de nom, il était à désirer qu'un de ceux qui savent opérer et soigner leurs malades, ou, à leur défaut, un de leurs élèves, résumât sous une forme succincte les notions fondamentales de la nouvelle pratique chirurgicale qui, en 15 ans, a changé du tout au tout le pronostic opératoire. Elève de M. Terrier, dont l'autorité est aujourd'hui universellement reconnue, M. Baudouin était mieux placé que qui que ce fut pour écrire un traité sur la matière. Il a su rendre le sujet intéressant en nous montrant comment, par des améliorations successives, M. Terrier est arrivé, de 1883 à 1889, à créer à l'hôpital Bichat, sinon un service modèle, tout au moins un service dont les résultats ne le cèdent en rien à ceux des meilleurs hôpitaux étrangers.

L'installation des salles, les substances employées, les étuves à stérilisation, etc., se trouvent très complètement décrites dans la première partie de l'ouvrage, qui constitue en quelque sorte un traité de l'asepsie et de l'antisepsie en chirurgie. La lecture de ces pages, écrites d'une plume alerte, nous montre bien la diffé-

rence, méconnue par quelques-uns, entre l'asepsie et l'antisepsie; la première est le but, la deuxième n'est qu'un des moyens d'y parvenir.

Dans une dernière partie, M. Baudouin passe en revue les diverses régions sur lesquelles on peut avoir à opérer et nous donne la manière de les rendre aseptiques. L'antisepsie de la peau, celle de l'œil, de l'oreille, du nez, de la bouche, de l'intestin, du rectum, du vagin et de l'utérus, des voies urinaires, forment autant de chapitres des plus intéressants à consulter.

L'ouvrage se termine par la statistique intégrale de toutes les opérations faites à l'hôpital Bichat depuis sa fondation, seule manière de prouver la valeur incontestable de la pratique suivie.

Dr HENRI HARTMANN.

Brivois (L.). — Manuel d'électrothérapie gynécologique. 6 fr. O. Doyn, Paris, 1890.

A une époque où le traitement électrique des affections utérines fait l'objet de discussions dans tous les pays, le manuel de M. Brivois vient combler une lacune en donnant aux médecins un exposé clair et concis de la technique à suivre. A ce titre nous pouvons recommander cet ouvrage qui permet aux plus ignorants des lois de la physique d'appliquer pratiquement le traitement électrique. Nous ne pouvons malheureusement approuver l'auteur qui, avec tous les spécialistes du reste, applique son traitement un peu à toutes les affections. Dans bien des cas le traitement chirurgical reste le plus simple et le moins grave, en dépit de la sécurité apparente que donne la cure électrique plus aveugle que le bistouri.

Dr HENRI HARTMANN.

Manacéine (Marie). — Le surmenage mental dans la civilisation moderne, effets, causes, remèdes. Traduit du russe par E. JAUBERT, avec une préface par Ch. RICHET. — In-12. (3 fr.) G. Masson, Paris, 1890.

Ce livre est surtout une étude de sociologie. Il est divisé en trois parties. Dans la première, intitulée *Les Effets* l'auteur cherche à démontrer l'affaiblissement nerveux et l'anémie générale des générations actuelles et indique les inconvénients sociaux qui en résultent, épidémies du vol, augmentation du nombre des suicides, etc. Dans la seconde, intitulée *Les Causes*, il est difficile de saisir l'idée générale qui relie entre elles les diverses questions qui y sont traitées: les réflexes, les sentiments, la conscience, la liberté morale; dans les chapitres x, xi et xii il est question du surmenage des enfants par l'école. La troisième partie intitulée *Les Remèdes* commence par indiquer en trois chapitres les symptômes et le diagnostic du surmenage mental; puis viennent quatre pages sur le traitement, et enfin, après la description de la balance psycho-physiologique de Mosso, des considérations sur l'essence de l'hérédité et l'importance des phénomènes d'hérédité.

Il y a ça et là de la physiologie, mais souvent un peu étrange. Une des meilleures preuves que l'auteur croit donner de la dégénérescence contemporaine, c'est qu'on a été obligé d'abandonner la saignée et le calomel, traitements héroïques, excellents, mais que nous ne sommes plus en état de supporter...!

L'auteur « ne peut s'empêcher de supposer » que divers actes automatiques, comme, par exemple, les pulsations du cœur » ont été à l'origine « des mouvements plus ou moins volontaires ou spontanés » (p. 188). Elle dit : « Emmanuel Kant a démontré que l'homme en tant que *noumenon* est complètement libre, » du même ton dont elle rapporte les observations de Broca ou une expérience de Wundt.

Ce qu'il y a de plus intéressant dans ce livre, c'est la préface que M. Ch. Richet a mise en tête. Cette préface contient en substance ce que devrait être un livre sur le surmenage mental. On ne peut que regretter que Mme Manacéine n'ait pas conçu son ouvrage sur ce plan et dans cet esprit.

L. LAPICQUE.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 23 février 1891.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. M. d'Ocagne : Sur la représentation plane des équations à quatre variables. — M. L. Raffy : Sur une classe de surfaces harmoniques. — M. Andrade : Sur le mouvement d'un vortex rectiligne dans un liquide contenu dans un prisme rectangulaire de longueur indéfinie. — M. Charlois : Observations de deux nouvelles planètes découvertes à l'observatoire de Nice, les 14 et 16 février 1891. — M. B. Baillaud : Observations de la planète Charlois (14 février 1891) faites à l'équatorial Brünner de l'observatoire de Toulouse.

— M. Em. Marchand : Observations des facules solaires faites en 1889 et 1890 à l'équatorial Brünner (9^o, 18) de l'observatoire de Lyon ; le classement systématique des groupes observés donne lieu à diverses remarques relatives à la distribution de l'activité solaire par zones et à la variation de ces zones depuis le minimum. — Les photographies du spectre de α Lyre prises par M. A. Deslandres lui permettent de nier le doublement périodique de la raie K du calcium dans ce spectre, doublement annoncé par M. Fowler.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Mascart étudie les anneaux colorés par réflexion pour une lumière polarisée dans l'un des azimuts principaux ; posant, d'après des théorèmes connus, que la vibration finale dans ce cas se réduit à deux vibrations dont la différence de phase comprend : 1^o la perte de phase δ qui correspond à deux passages de la lumière dans la lame mince ; 2^o la somme des pertes de phase par réflexion intérieure sur les deux surfaces δ qui limitent cette lame, il examine les variations du phénomène avec les variations de l'incidence. — M. Monnory a entrepris des expériences pour vérifier sur le quartz comprimé une conséquence de la théorie de M. Gouy sur les effets simultanés du pouvoir rotatoire et de la double réfraction ; les expériences ont concorde avec les chiffres que l'auteur avait antérieurement calculés *a priori* : une compression qui croît à partir de zéro a pour effet de diminuer ou d'augmenter la rotation de la vibration émergente, suivant la valeur de l'épaisseur de la lame de quartz soumise à la compression. — M. E. Carvallo établit par l'expérience que les lois de la double réfraction ne sont pas altérées par la dispersion ; il montre par le calcul que le système de M. Sarrau jouit de cette propriété que les termes de dispersion de Briot n'introduisent aucune perturbation aux lois de la double réfraction monochromatique, et qu'il est des systèmes proposés le seul à jouir de cette propriété il restera à prouver analytiquement qu'il en est de même des autres termes de dispersion. — M. U. Lalau continué ses recherches sur la compressibilité des mélanges gazeux ; il étudie les mélanges d'air et d'hydrogène. — M. Ch. Blarez a étudié la solubilité du bitartrate de potassium, dans l'eau, dans diverses solutions salines, dans un mélange d'eau, d'alcool et de sels. — M. A. Berg a préparé la butylamine normale en faisant agir, suivant la méthode d'Hofmann, l'ammoniaque en solution hydro-alcoolique sur le chlorure de butyle normal ; il étudie quelques sels de la base primaire et de la base secondaire ainsi obtenues. — M. A. Villiers, en faisant fermenter l'empois d'amidon sous certaines conditions par le ferment butyrique a vu que le produit principal de la fermentation consiste en dextrines.

3^o SCIENCES NATURELLES. — MM. R. Lépincé et Barral ont constaté que, si on lave avec de l'eau salée à 7 %, les globules sanguins séparés du sérum, cette eau salée prend un pouvoir glycolytique supérieur à celui du

sérum où ce pouvoir est très faible ; une deuxième eau de lavage prend un pouvoir glycolytique encore plus marqué. — M. Lavocat : Détermination rationnelle des pièces sternelles chez les animaux vertébrés. — M. E. Laguesse : Structure du pancréas et pancréas intra-hépatique chez les poissons. (V. Soc. de Biologie, 21 février). — M. L. Faurot par l'étude des cloisons mésentériques du *Cerianthus membranaceus* est conduit à rapprocher ce type des Coralliaires fossiles classés dans les Zoanthaires rugueux comme l'avait déjà fait J. Haimo. — Dans des recherches ayant porté sur 16 espèces très éloignées les unes des autres, M. P. Lesage a reconnu que dans la racine, à partir du sommet, le liber se différencie plus tôt que le bois. — M. E. Jannetaz a fait l'étude des divers échantillons de roches rapportés par M. Thollon du Congo français ; il y signale la présence de l'argent natif. — M. A. Muntz fait voir par des analyses comparatives que l'eau de pluie recueillie dans les vallées contient plus de sel marin que celle recueillie sur les montagnes ; par suite, les plantes fourragères croissant sur les montagnes renferment moins de sel que les mêmes espèces de la vallée ; ce fait explique la nécessité d'une ration de sel en nature aux bestiaux des pâturages élevés ; malgré cette distribution, le sang et le lait de ces animaux est plus pauvre en chlorure de sodium que chez les animaux des basses altitudes. — M. G. Stefanescu signale la relation manuscrite d'une chute de météorites qui a eu lieu en Roumanie en 1774.

Présentations : M. Bouquet de la Grye présente à l'Académie un exposé des idées de M. Faye sur la théorie des tempêtes dans l'*American Meteorological journal*. — M. E. Fremy présente un volume qu'il vient de publier sous le titre : *Synthèse des rubis*. — M. Chauveau, en présentant son ouvrage : *Le travail musculaire et l'énergie qu'il représente*, explique que s'il n'a communiqué à l'Académie qu'une partie des recherches inédites contenues dans cet ouvrage, c'est qu'il tenait à ne pas détacher les autres de l'ensemble et à ne pas exposer des idées nouvelles sans leur démonstration complète.

Mémoires présentés : M. D. A. Casalunga adresse une nouvelle note relative à l'inexactitude du coefficient

économique $\frac{To - T}{To}$ du rendement de la chaleur.

Séance du 2 mars 1891

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. A. Mannheim : Transformation de démonstration. — M. Schenflies : Sur les surfaces minima limitées par quatre arêtes d'un quadrilatère gauche. — M. Mouchez communique plusieurs séries d'observations de petites planètes, faites par M. Callandreau au grand instrument méridien de l'Observatoire de Paris pendant le deuxième trimestre de 1890. — M. G. Bigourdan a retrouvé une nébuleuse, qui découverte par W. Herschel en 1785 et revue par J. Herschel en 1831, a été cherchée vainement par les astronomes de Birr Castle en 1834 et 1864 et par d'Arrest en 1863 ; on est ainsi obligé d'admettre la variabilité de cette nébuleuse ; elle est située dans le voisinage d'Algol. — A propos de la note de M. Rod. Wolf sur l'histoire des appareils à mesurer les bases, M. A. Laussedat rappelle la part importante qui revient à l'ingénieur français d'Aubuisson de Voisins dans le perfectionnement de ces appareils.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — Revenant sur la discussion qui s'est élevée dans l'Académie à propos des expériences de M. Wiener, M. H. Poincaré remarque que les derniers éléments apportés à cette discussion ne permettent pas encore d'éliminer d'une façon absolue

l'hypothèse de Neumann; la note de M. Potier a ramené la question générale à cette question particulière : sous l'incidence normale, tout plan réfléchissant est-il un plan nodal ? M. Potier résolvait la question par l'affirmative, mais l'analyse permet de démontrer qu'il peut en être autrement; la théorie de Neumann oblige seulement à faire une hypothèse plus compliquée que pour la théorie de Fresnel, et encore, la simplicité dont jouit la théorie de Fresnel pour une lumière homogène est-elle en grande partie perdue dans le cas où l'on doit tenir compte des diverses longueurs d'onde. D'ailleurs, M. Poincaré tient à dire que personnellement il penche pour la théorie de Fresnel. — M. Savelieff expose les résultats qu'il a obtenus relativement aux variations diurnes de l'intensité de la radiation solaire; il a étudié cette radiation à Kiel pendant tout le cours de l'année 1890 au moyen de l'actinomètre enregistreur de M. Crova. — M. Crova a proposé de cette note, fait remarquer à quelle précision on est arrivé dans ces études. — M. A. Imbert a étudié les vibrations des anches doubles, disposées en anches en dehors; en général, les deux anches vibrent à l'unisson, diverses conditions déterminant celle des deux qui doit donner le ton; mais dans certains cas, on obtient un double son, qui est toujours un accord musical. — M. de Forcrand a formé et étudié quelques dérivés alcalins de l'érythrite. — M. Léo Vignon a étudié les phénomènes thermiques auxquels donne lieu la teinture du coton; la chaleur dégagée est faible, relativement à celle dégagée par la teinture des fibres animales; on sait d'autre part que le coton fixe faiblement les couleurs. Si l'on combine de l'azote ammoniacal à la cellulose, comme MM. Schützenberger et Thénard ont montré qu'on pouvait le faire, on obtient une substance qui sans avoir sensiblement perdu de ses qualités textiles dégage trois fois plus de chaleur sous l'action des matières colorantes à caractère acide et retient énergiquement ces matières. — M. G. Linossier a isolé le pigment noir des spores de *Aspergillus niger*; la composition chimique de ce pigment n'a pas été déterminée; l'auteur a seulement reconnu qu'il contenait du fer, mais l'ensemble de ses caractères physiques, ses caractères de solubilité, la transformation que lui font subir les réducteurs et sa réoxydation spontanée à l'air tendraient à l'identifier avec l'hématine du sang des vertébrés.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. Zwaardemaker signale la susceptibilité que présentent les chats et les rats à l'action convulsivante du phénol. — M. Joannes Chatin a fait l'étude de l'épithélium hépatique de la *Testacelle* (Gastéropodes); il fait remarquer la transformation graduelle de cet épithélium, en passant du fond des cirrums aux canaux excréteurs, de la forme cylindrique à la forme pavimentaire. — M. de Lacaze-Duthiers annonce que les essais d'ostréiculture tentés au vivier du laboratoire de Roscoff, ont donné des résultats inespérés; en un an, grâce à des soins assidus, et malgré la rigueur exceptionnelle de l'hiver, la plus grande partie du naissain implanté a acquis la taille marchande. — M. P. P. Dehérain a continué à étudier les pertes en azote nitrique que les eaux de drainage font subir aux terres; malgré des conditions météorologiques défavorables; il a pu vérifier que l'établissement en automne d'une culture dérobée empêche presque absolument cette perte, comme il l'avait annoncé à priori. — M. A. de Lapparent a cherché à déterminer l'âge du conglomérat à ossements de Gouberville (Manche); les débris de lamantin qui y abondent proviennent du remaniement d'une couche antérieure; il y existe d'ailleurs des éléments provenant de remaniements bien plus anciens; l'âge du dépôt dans sa forme actuelle est déterminé par la présence de la *Terebratula grandis* en excellent état de conservation et par la découverte toute récente d'une dent de Dinotherium; il est donc miocène. — M. H. Douvillé a fait l'étude d'une série d'échantillons fossilifères recueillis par M. Canelle sur le tracé du canal de Panama;

toutes les couches entamées se rattachent aux divers étages du tertiaire des Antilles. — M. de Montessus par le classement systématique du plus grand nombre possible d'observations de tremblement de terre, est arrivé à cette conclusion, qu'il n'existe aucun rapport entre la fréquence des secousses sismiques et les saisons astronomiques. — M. J. Thoulet a étudié l'action de l'eau en mouvement sur quelques minéraux.

Nouvelles et présentations. — M. Geikie est élu correspondant pour la section de Minéralogie en remplacement de feu M. Favre, — M. C. Wolf présente le deuxième tome des : « Mémoires sur le pendule » publiés par la Société française de Physique. — M. Larrey présente à l'Académie de la part de sir James Paget un livre anglais intitulé : « Etudes de vieux cahiers d'observations. »

Mémoires présentés. — M. Rey de Morande adresse une note intitulée : « Les variations du niveau de la mer pendant les temps géologiques. » — M. l'abbé Tondini annonce l'adhésion de plusieurs puissances au projet d'une conférence internationale pour régler la question de l'heure universelle. — M. E. Serrant adresse une note intitulée : « La nitro-crésoline, ou acide trinitrocrésylique et les trinitrocrésylates. »

L. LAPICQUE.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 28 février 1891

MM. P. Launay et P. Langlois présentent un lactomètre qui est combiné avec un thermomètre de telle façon qu'on peut lire la densité sans avoir besoin de faire de correction relative à la température. — M. Huguonnet et Eraud ont étudié l'action de diverses matières colorantes, dérivées de la houille, sur le développement et la virulence de quelques microbes; ils signalent particulièrement la puissance antiseptique du bleu de méthylène et de la safranine. — M. Déjerine fait l'analyse de deux cas d'aphasie motrice, avec atrophie, dans lesquels une lésion sous-corticale avait été exactement diagnostiquée pendant la vie; l'écorce de la circonvolution de Broca n'étant pas lésée, les images motrices étaient conservées; sur ces deux mêmes cas, il étudie la localisation chez l'homme des centres moteurs corticaux du larynx. — M. F. Lataste : Des variations de durée de la gestation chez les mammifères et des circonstances qui déterminent ces variations : théorie de la gestation retardée. — M. Nicati présente son ouvrage intitulé : « La Glande de l'humeur aqueuse (glande des procès ciliaires ou glande uvée). »

Séance du 7 mars 1891.

M. Laborde fait une communication sur le développement de la circonvolution de Broca et des circonvolutions frontales en général corrélativement au développement de l'intelligence et du talent oratoire. — M. Dupuy rappelle divers cas de lésion de la troisième frontale gauche sans aphasie qui lui semblent incompatibles avec la fonction spéciale de cette circonvolution. — M. Beauregard remarque que si l'on étudie la série animale, on voit dans diverses familles à cerveau généralement lisse des circonvolutions apparaître chez les espèces les plus grandes, sans qu'elles soient pour cela les plus intelligentes; mais il faut noter que lorsqu'une fonction disparaît, on remarque l'atrophie de la circonvolution où la science actuelle localise le centre psycho-moteur de cette fonction. — M. Darsonval présente un moteur électrique pour cylindres enregistreurs avec régulateur automatique, la régularité de la rotation est contrôlée à chaque instant par un téléphone. — M. Gréhan présente un réservoir de caoutchouc avec insufflateur destiné à recueillir des échantillons d'air pour une analyse ultérieure; il expose le procédé par lequel il dose l'acide carbonique; ce gaz est toujours en proportion faible dans les airs les plus viciés. — M. Darsonval rappelle que d'après les recherches qu'il a faites avec M. Brown-Séquard, c'est à des produits

organiques qu'il faut rapporter la toxicité de l'air vicié par la respiration animale; leurs dernières expériences de contrôle, encore en voie d'exécution, confirment pleinement ce fait. — M. **Beauregard**, en présentant diverses planches phototypiques d'anatomie, fait remarquer que des documents de ce genre doivent être étudiés à la loupe, et que, par cet examen, leur supériorité sur les lithographies devient éclatante. — M. **Galippe**, à propos d'une note d'un médecin viennois qui attribue la formation des calculs à une action microbienne, rappelle qu'il a exposé entièrement cette théorie il y a plusieurs années sans trouver alors d'écho.

L. LAPICQUE.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

(Séance du 6 mars 1891.

M. A. **Berget** présente un modèle portatif de l'électromètre capillaire de M. Lippmann. Tel qu'il est construit d'ordinaire, l'électromètre de M. Lippmann constitue un instrument de laboratoire parfait, mais son transport est chose très délicate. Pour rendre l'instrument plus portatif sans diminuer sa sensibilité, M. Berget a eu l'heureuse idée de séparer la partie essentielle de l'appareil, c'est-à-dire la partie capillaire, et la cuvette contenant le mercure et l'eau acidulée, des autres parties qui constituent surtout la monture et l'appareil d'observation. La cuvette, en verre soufflé, à laquelle est soudé un tube de même diamètre, qui se termine par la pointe capillaire, se dispose sur la platine d'un microscope; pour exercer une pression sur le mercure contenu dans le tube et le faire pénétrer dans la pointe, on se sert de deux réservoirs de verre réunis par un tube de caoutchouc et placés à des niveaux différents, que l'on peut faire varier à volonté.

— M. d'Arsonval décrit les expériences qu'il a entreprises pour déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur. La méthode mise en œuvre avait déjà été proposée par l'auteur et par M. Marcel Deprez il y a quelques années; elle consiste à faire tourner un aimant autour de l'axe d'un cylindre de laiton; des courants de Foucault naissent dans le cylindre, qui tendraient à le faire tourner, on s'oppose à cette rotation et l'on évalue le travail ainsi absorbé; d'autre part, on mesure la chaleur qui apparaît à l'aide d'un calorimètre à température constante. Le calorimètre est formé par la partie annulaire comprise entre deux cylindres concentriques; dans ce calorimètre plonge le cylindre de laiton, dans la partie centrale tourne l'aimant ou mieux un électro-aimant. Le cylindre de laiton est suspendu par un fil de torsion dont le couple de tension a été préalablement mesuré; l'angle de torsion est évalué par la rotation de l'image d'un point lumineux sur un miroir solidaire du cylindre. Pour maintenir le calorimètre à température constante, à chaque instant, on introduit une quantité d'eau à 0° suffisante pour empêcher tout échauffement, l'écoulement de cette eau peut être réglé automatiquement par le jeu de la dilatation d'un liquide contenu dans un serpent; on évalue ainsi aisément la chaleur produite. Bien entendu, il faut tenir compte des échauffements parasites dus au courant qui parcourt le fil de l'électro-aimant; il faut aussi empêcher la production des courants de Foucault sur les parois du calorimètre. Pour donner à l'aimant un mouvement de rotation uniforme, M. d'Arsonval se sert d'un petit moteur électrique, sur lequel il dispose un très simple, mais très efficace régulateur de vitesse; ce régulateur est combiné par un ressort d'acier enroulé en cercle, et qui, porté par l'axe du moteur, se déforme par la rotation, il se rapproche ou s'éloigne ainsi d'une vis établissant ou rompant une communication électrique, suivant que la vitesse diminue ou augmente. Le courant qui traverse ce système est une dérivation du courant principal qui actionne le moteur; on évite ainsi l'inconvénient de trop fortes étincelles de rupture à la pointe de la vis. — M. Ch. Ed. **Guillaume**, après avoir, dans ses remar-

quables recherches antérieures, précisé les conditions d'emploi du thermomètre à mercure, a été naturellement conduit à s'occuper des procédés de mesure de la température au moyen des phénomènes électriques; la mesure de résistance et celle des forces thermoelectriques peuvent être utilisées dans ce but; M. **Guillaume** s'est jusqu'à présent occupé du premier de ces moyens. Avant tout, il convient d'observer que, quelque commodes et avantageux que puissent être ces procédés, ils restent néanmoins tributaires du thermomètre, et réclament son emploi pour leur graduation. Quand on aura déterminé exactement la fonction qui lie le phénomène physique auquel on a recours, à la température du thermomètre à mercure, il conviendra de rapporter les mesures au thermomètre normal; un procédé très élégant de calcul permettra de faire cette substitution sans qu'il soit nécessaire d'introduire des termes trop nombreux et illusoires dans les formules; le calcul se fait, d'ailleurs, à l'aide de coefficients indépendants de la nature du phénomène considéré. La mesure des résistances est effectuée par la méthode du pont, tel qu'il a servi dans les recherches classiques de M. **Benoît** sur la construction de l'ohm légal; diverses modifications rendent encore plus précis l'emploi de ce pont. M. **Guillaume** discute complètement la question; il établit en particulier un théorème important relatif au calcul de la résistance d'une dérivation, qui permet de faire assez exactement la correction relative aux chevilles des bobines indirectes employées en dérivation.

LUCIEN POINCARÉ.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

(Séance du 13 février 1891.

M. **Béchamp** expose ses recherches sur le résidu insoluble qu'on obtient en traitant la fibrine du sang de bœuf par l'acide chlorhydrique dilué. Ce résidu possède des propriétés chimiques remarquables: il décompose l'eau oxygénée très rapidement, il fluidifie l'empois d'amidon très rapidement; ces actions sont retardées par les agents antiseptiques, mais non empêchées. M. **Béchamp** en conclut que ce résidu qui constitue les *microzymas* de la fibrine est une matière organisée vivante: la chaleur la tue et supprime les réactions indiquées ci-dessus. — M. **Lebel** fait observer à ce propos qu'il a été démontré qu'un grand nombre de microbes de l'air et de l'eau résistent à des doses de phénol considérable, et que ce réactif peut même servir à les isoler, les faits observés par M. **Béchamp** peuvent être attribués aussi bien aux microbes de l'air, de l'eau ou du sang qu'aux *microzymas*; les expériences de M. **Béchamp** ne peuvent donc, à son avis, démontrer ni infirmer l'existence des *microzymas*. — M. **Wyruboff**, pour vérifier l'explication qu'il a donnée du polymorphisme [voir ce recueil n° 4 p. 123] a étudié les hydrates de chlorure de Cobalt et a trouvé que le sel dissous existe à l'état d'hydrate $\text{CoCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. En étudiant le sulfate de soude, il pense trouver l'explication de sa courbe de solubilité anormale dans ce fait que le sulfate de soude est polymorphe et que dans les solutions les deux formes peuvent exister simultanément, l'une se détruisant et l'autre se produisant à mesure que la température monte; en effet si l'on fait cristalliser ce sel à une température supérieure à 33° on trouve les deux formes du sel et on trouve d'autant plus du sel β que la température est plus élevée; si cette température devient supérieure à celle à laquelle le sel α cesse d'exister la courbe redevient normale. M. **Wyruboff** en conclut que les corps conservent, au moins dans certains cas, leur forme propre en solution. — M. **Le Chatelier** n'admet pas l'interprétation que M. **Wyruboff** donne de ses expériences sur le sulfate de soude, et montre que ses résultats peuvent s'expliquer sans hypothèses nouvelles en tenant compte des phénomènes de sursaturation qui se produisent dans l'évaporation rapide des solutions salines. — M. O. **Saint-**

Pierre a fait réagir le potassium sur le diphenylméthane à 230° et préparé divers dérivés du composé potassé ainsi obtenu, par l'action des chlorures de benzyle et de benzoyle. — M. D. Vlesco, en étudiant l'action du chlore sur la méthyléthylacétone a obtenu un dérivé monochloré qui lui a permis la synthèse d'une série d'éthers du méthyl-acétyl-carbinol, l'action de l'ammoniaque lui a donné la tétraméthylpyrazine. — M. Friedel présente une note de M. Causse sur la transformation du phosphate monocalcique en phosphate bicalcique par les acétates alcalins.

Séance du 27 février 1891.

M. Béchamp, au sujet des observations présentées dans la dernière séance par M. Le Bel rappelle rapidement quelques points historiques de l'étude des antiseptiques, et de leurs applications. — M. Tanret a extrait de diverses céréales un nouveau principe immédiat qu'il appelle *léosine* et auquel il attribue la formule $[C_{18}H_{10}O_2]$; cette substance est soluble dans l'eau et l'alcool étendu; sa solution aqueuse est précipitée par la baryte. Ce nouvel hydrate de carbone fond à 160° en s'allérant; son pouvoir rotatoire est - 36°, il ne réduit pas la liqueur de Fehling et n'est altéré ni par la levure de bière ni par la diastase. Son hydratation par les acides étendus donne du lévulose. — M. Moureu a réussi à obtenir le chlorure d'acrylyle $CH_2=CH-COCl$ par l'action de l'oxychlorure de phosphore sur le sel de sodium de l'acide acrylique; c'est un liquide bouillant à 78°. — M. Harriot a préparé le nickel tétracarbonyle de MM. Mond, Langer et Quincke et constaté que ce corps présente un pouvoir toxique considérable, bien supérieur à celui de l'oxyde de carbone. — MM. Béhal et Choay ont constaté que le chloral-ammoniaque s'altère spontanément à la longue, et qu'il se forme du chlorure d'ammonium, du chloroforme et des cristaux de chloral diformamide. — M. Béhal a obtenu l' α -méthyl- γ -éthylpyridique par l'action de la paraldehyde sur la formiamide. — M. Villiers a commencé l'étude de l'action de quelques ferments figurés sur les hydrates de carbone et constaté que le ferment butyrique transforme la fécule de pommes de terre en dextrans dont il indique les propriétés. — M. Ph. A. Guey, en s'appuyant sur l'équation des fluides telle qu'elle a été donnée par M. Sarrau indique une nouvelle méthode pour déterminer le poids moléculaire au point critique; cette méthode consiste à calculer la densité critique d par rapport à l'air ramenée à 0° et 760^{mm} au moyen de la

formule : $d = \frac{1416}{\pi(1070 + \theta)}$; θ , π et θ sont les éléments du point critique (densité, pression et température.) On a alors $M = d \times 28,88$. Appliquée à l'eau et à l'alcool méthylique, cette méthode conduit aux poids moléculaires correspondants à $[H^4O]^2$ et $[CH^4O]^2$, ce qui est en harmonie avec les précédentes déterminations de M. Guey. — M. Friedel présente à la Société : 1° le *Cours de chimie analytique* de M. Silva publié par M. Engel; 2° le traité de métallurgie de M. Juptner de Jonstorff traduit de l'allemand par M. Vlasto; 3° deux volumes de *Conférences* faites par divers savants à son laboratoire et publiées par M. Georges Carré.

A. COMBES.

SOCIÉTÉ MATHÉMATIQUE DE FRANCE

Séance du 4 mars 1891.

M. d'Ocagne : Sur la représentation graphique des équations à quatre variables. Application à la construction d'un abaque permettant de résoudre l'équation complète du 3° degré (développement d'un sujet indiqué dans une note présentée à l'Académie des sciences dans la séance du 23 février). — M. Fourret : Démonstration simplifiée, en coordonnées cartésiennes, du théorème de Chasles relatif à l'invariabilité du cen-

tre des moyennes distances des points où une surface algébrique est touchée par les plans parallèles à un plan quelconque. — M. Humbert : Autre mode de démonstration du même théorème. — M. Carvallo : Simplification de la démonstration de Cauchy pour le théorème dit de d'Alembert. — M. Carvallo fait voir que les arguments invoqués par MM. Cornu et Potier pour tirer des expériences de M. Wiener sur la lumière polarisée une conclusion favorable à l'hypothèse de Fresnel sur l'orientation de la vibration lumineuse, suffisent à légitimer cette conclusion, indépendamment même des expériences de M. Wiener, en se basant sur la classique expérience des anneaux colorés de Newton. — M. Raffy : Détermination des surfaces moulures dont les lignes d'égale courbure sont parallèles. — M. Collignon présente un abaque donnant à vue la distance de deux points sur une sphère en fonction de leurs latitudes et de la différence de leurs longitudes, et montre le parti qu'on peut tirer de cet abaque pour l'étude du joint universel. Il présente encore un abaque pour la résolution des triangles rectilignes. — M. Kœnigs donne l'interprétation géométrique, au moyen de l'équation tangentielle des coniques, de l'intégrale de l'équation d'Euler mise sous la forme que lui a donnée M. Stieltjes. — M. Humbert : Détermination de toutes les courbes algébriques tracées sur une surface de Kummer. Ces courbes sont toutes de degré pair. Elles se répartissent en familles, de la manière suivante :

- | | |
|--|--|
| Courbes de degré $4m + 2$ (32 familles). | 1° — 16 familles de courbes passant par 6 points singuliers (obtenues au moyen de surfaces de degré $m + 1$ passant par une conique singulière); |
| | 2° — 16 familles de courbes passant par 10 points singuliers (obtenues au moyen de surfaces de degré $m + 2$ passant par 3 coniques singulières se coupant en un point singulier); |
| Courbes de degré $4m$ (32 familles). | 1° — 30 familles de courbes passant par 8 points singuliers (obtenues au moyen de surfaces de degré $m + 1$ passant par 2 coniques singulières); |
| | 2° — 1 famille de courbes passant par les 16 points singuliers (obtenues au moyen de surfaces de degré $m + 2$ passant par 4 coniques singulières dont les plans forment un tétraèdre de Rosenhain). Pour $m = 1$, cette famille n'existe plus. |
| | 3° — 1 famille de courbes qui sont les intersections complètes de la surface avec des surfaces d'ordre m . |

Maurice d'OCAGNE.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 19 février 1891.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Lord Rayleigh présente une note sur la sensibilité de la méthode du pont appliquée aux courants électriques périodiques.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — MM. Liveing et Dewar font une communication sur l'influence de la pression sur les spectres des flammes. Quand on fait brûler une colonne d'hydrogène dans l'oxygène, on obtient un spectre continu, coupé de nombreuses bandes obscures; les bandes sont peu marquées à la pression de 5 atmosphères, mais elles deviennent très nettes à la pression de 20 atmosphères. Des observations ont montré qu'elles étaient dues à la présence du bioxyde d'azote, qui provenait des traces d'air atmosphérique, mêlées à l'hydrogène et à l'oxygène. A l'exception des bandes et des raies brillantes du sodium, le spectre est continu; il s'étend environ de λ 6200 à λ 4150, la partie la plus brillante est à peu près en λ 5150. Il croît en éclat et en étendue à mesure que la pression augmente. Il n'y a pas d'indice qu'il existe aucune relation entre le spectre continu et le spectre linéaire de l'hydrogène,

et il n'y a aucun accroissement d'éclat au voisinage des raies de l'hydrogène, C. F. G. La flamme de l'hydrogène brûlant dans l'oxygène est jaune. Quand l'oxygène brûle dans l'hydrogène, la flamme a une couleur de lavande. Dans ce cas, on a un spectre parfaitement continu, dont le maximum d'éclat se trouve dans le vert, et dont l'intensité va s'affaiblissant graduellement de chaque côté de ce maximum. Aux pressions ordinaires, il va de 26130 dans le rouge à 2285 dans le violet. Les raies du sodium font défaut. A mesure que la pression s'accroît, le spectre augmente beaucoup d'éclat, et à 8 atmosphères, il s'étend de 26630 à 23990. Des expériences faites sur de l'hydrogène chargé de vapeurs de sodium, ont montré qu'aucun effet net n'est produit sur la largeur des raies par l'élévation de la pression à 60 atmosphères. Un bec oxyhydrique, brûlant dans l'acide carbonique en présence d'un excès d'oxygène, donne un spectre qui ne contient ni raies, ni bandes obscures ou brillantes, excepté la raie D du sodium. L'éthylène brûlant dans l'oxygène donne, quand la flamme est petite, le spectre habituel d'une flamme de bougie, avec une bande dans l'indigo (λ 431), qui s'obscurcit vers le violet; quand la pression augmente, le spectre continu devient plus brillant, les bandes disparaissent, et en même temps apparaît le spectre d'absorption du bioxyde d'azote. Le spectre du cyanogène, qu'on fait brûler dans l'oxygène est continu; il présente les raies du fer, du calcium, du potassium et du sodium; mais il n'a pas les bandes du cyanogène, ni du carbone, ni les raies du carbone. Il semble donc que le trait caractéristique de la lumière émise par les flammes à haute pression est de fournir un spectre très continu. — M. Silvanus P. Thompson fait une communication sur la focométrie des lentilles et des combinaisons de lentilles et sur un nouveau focomètre. L'auteur a imaginé une méthode de focométrie, dans laquelle on n'a pas à effectuer une double manipulation toujours ennuyeuse, ni à mesurer les dimensions d'images optiques, ni à déterminer les positions ou les distances approchées d'aucun point, sauf celles des deux points principaux (points de Gauss), mais qui permet de déterminer la vraie longueur focale et la distance entre les deux points principaux par des mensurations directes de longueur. Il indique les résultats qu'il a obtenus avec son focomètre en appliquant sa méthode à diverses lentilles, objectifs de microscopes, lentilles de chambre noire, etc. — M. W. Abney présente une note sur la classification numérique des couleurs. Une couleur est déterminée quand sa teinte, sa luminosité et sa pureté sont connues. Cette dernière constante est déterminée par la comparaison de la lumière colorée avec la lumière blanche qui n'a pas encore traversé le corps coloré transparent sur lequel on expérimente ou avec la lumière blanche réfléchée par une surface blanche, s'il s'agit d'un corps opaque, tel qu'un pigment. La longueur d'onde dominante, la proportion de lumière blanche et la luminosité de la lumière passant à travers divers verres colorés et réfléchée par divers pigments, a été déterminée par l'auteur. — MM. Francis Gootch et Victor Horsley ont pris pour sujet de leur *conjoint lecture* le système nerveux des mammifères, ses fonctions et leur localisation déterminée par une méthode électrique. Cette lecture est un résumé d'un mémoire développé dans lequel les auteurs ont donné l'historique des recherches sur les modifications électriques des centres et du système nerveux périphérique et une description complète de la méthode d'expérimentation, en s'attachant spécialement aux modifications qui y ont été introduites. Les résultats obtenus par la méthode actuelle sont comparés à ceux qu'on avait atteints antérieurement par la méthode graphique, et les auteurs exposent les faits qu'ils ont découverts relativement à la physiologie de la moelle épinière et qui rendent plus claires ses relations avec les centres supérieurs et les nerfs périphériques.

Richard A. GREGORY.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance générale annuelle. (Séance du 13 février 1891.)

M. Blakesley lit un mémoire de Sir John Conroy sur les changements dans le spectre d'absorption du verre de cobalt produit par la chaleur. Le spectre d'absorption du verre de cobalt quand il est froid consiste en trois bandes obscures dans le rouge, le jaune et le vert avec une augmentation considérable d'absorption entre les deux premières. Lorsqu'on chauffe un échantillon jusqu'au voisinage du rouge, l'absorption entre les deux premières bandes sombres diminue et la bande située dans le rouge se déplace du côté de la partie la moins réfrangible du spectre, tandis que les bandes du jaune et du vert gardent leur position mais deviennent moins distinctes. Pendant l'échauffement du verre, l'intensité de sa coloration diminue et quand il est refroidi il reprend sa couleur première et présente le même spectre d'absorption. Des diagrammes et des nombres, montrant le caractère et la position de ces bandes, ainsi que les nombres obtenus antérieurement pour le verre de cobalt à froid par le Dr W. J. Russel, accompagnent le mémoire. Comme conclusion l'auteur pense que ses observations, ainsi que celles de Feussner sur les solutions montrent que les spectres d'absorption de plusieurs substances varient avec la température. Dans les solutions, on pourrait attribuer ce fait à la formation d'hydrates différents ou à une démonstration pointillée, mais dans un solide tel que le verre de cobalt, un changement de constitution chimique à une température très inférieure au point de fusion semble bien peu probable. — Le Dr Gladstone dit que généralement la chaleur change le pouvoir colorant des substances, et que dans les solutions l'absorption est plus grande aux températures élevées. Des effets analogues à ceux produits par la chaleur peuvent être obtenus en faisant varier les dissolvants dans le cas des dissolutions, mais comme l'auteur, M. Gladstone pense qu'on ne saurait expliquer par les mêmes considérations les phénomènes obscurs dans le cas des liquides et dans le cas du verre. Le professeur Thompson fait remarquer l'analogie des résultats de Sir John Conroy avec ceux obtenus par M. Ackroy qui a démontré que les couleurs réfléchies par des substances opaques telles que la porcelaine tendent, quand on chauffe le corps réfléchissant, du côté rouge. — Le professeur Minchin fait devant la Société diverses expériences décrites dans la séance précédente, et relatives aux phénomènes photochimiques. Une batterie sélénium-aluminium illuminée par la lumière d'une bougie dévie l'aiguille d'un électromètre, actionne un relai et fait sonner une cloche. On constate aussi très nettement qu'un excitateur de Hertz placé à distance rétablit la sensibilité des piles usées. — M. Tungehmann rappelle que Kalischer et von Ulljein ont les premiers entrepris des expériences sur la force électromotrice produite par l'éclairement du sélénium; dans les éléments qu'ils constituaient, le jaune orange du spectre prismatique ou le jaune vert du spectre de diffraction produisaient les forces élémentaires maxima; il est à remarquer que la force électromotrice ne semble pas en rapport avec la quantité d'énergie correspondant à la réaction inactive évaluée au moyen des expériences de Langlay. — MM. Waller et Burton insistent sur l'application possible de ces expériences à l'interprétation du mécanisme de la vision.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 15 janvier 1891.

M. W. Ostwald : *Rotation magnétique*. La rotation magnétique des composés organiques, d'après Perkin, est une fonction additive de leur composition. Ce fait ne se retrouve pas pour les composés inorganiques. M. Ostwald voit là une preuve de plus à l'appui de la théorie d'Arrhenius sur la dissociation des électrolytes. — MM. Franck Pullinger et J. A. Gardner. *La densité de*

vapeur de chlorure d'ammonium. La densité de vapeur du chlorure d'ammonium a été prise à diverses températures, dans une atmosphère d'ammoniac. La valeur calculée pour une dissociation complète étant 0,921 on a trouvé :

à 360° c.	1,128 et 1,141
à 448° c.	0,939, 0,991, 1,009

au rouge, dans l'air, la moyenne de cinq expériences a donné 0,926. — M. Hewitt. *Phénylhydrazines chlorées*. — M. Vernon. *Une nouvelle modification du phosphore*. M. Vernon croit avoir obtenu une nouvelle modification du phosphore. MM. Pickering et Tutton trouvent cette conclusion trop hâtive, les modifications observées dans les propriétés physiques étant très faibles et attribuables à des traces d'impuretés.

Séance du 5 février 1891.

M. Clève. *Formation d'une substance explosive dans l'éther*. Le professeur Clève décrit une substance produisant de violentes explosions, et qu'on trouve dans les résidus de distillation de l'éther commercial. M. Clève croit que ce doit être du peroxyde d'éthyle. — MM. Orme Masson et U. T. M. Wilsmore. *Le magnésium forme-t-il des composés avec les radicaux hydrocarbonés?* Les recherches de Hallwachs et Schaparik, Cahours, Vantelyn ont donné des résultats peu concordants; MM. Masson et Wilsmore ont vainement essayé de préparer le magnésium-éthyle; 1° par le magnésium et l'iodeure d'éthyle; 2° par le couple magnésium-cuivre et l'iodeure d'éthyle; 3° par l'alliage de magnésium et de sodium et l'iodeure d'éthyle; 4° par le magnésium et le zinc-éthyle; 5° par le magnésium et le mercure éthyle; 6° enfin par le zinc-éthyle et l'iodeure de magnésium anhydre. Les auteurs sont amenés par ces résultats à conclure que le magnésium employé dans les recherches antérieures contenait quelque impureté probablement du zinc. Le Dr Armstrong fait remarquer que Lohr a pu récemment obtenir le magnésium-éthyle et le magnésium-méthyle, par action de l'iodeure d'éthyle ou de l'iodeure de méthyle sur le magnésium seul ou associé au cuivre, en ayant soin d'opérer à haute température. L'action peut commencer à froid et se terminer vers 110°, si l'on ajoute au mélange, un peu d'acétate d'éthyle. — M. Adie. *Composés formés par les oxydes de phosphore avec l'anhydride sulfurique*. L'action de l'anhydride sulfurique sur l'acide phosphorique donne un liquide visqueux dont l'auteur représente la composition par la formule $PO_4(SO_4H)^3$. Le phosphore réagit violemment sur l'anhydride sulfurique et donne le corps $3P_2O_5, 2SO_3$. — M. G. T. Moudy. *Combustion du magnésium dans la vapeur d'eau*. L'auteur décrit les précautions à prendre pour réussir cette expérience.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE BERLIN

Séance du 6 mars 1891.

M. Kundt présente une méthode aussi simple qu'élégante pour démontrer à un auditoire les vibrations d'une corde ou d'une membrane. On place un monocrorde devant la fente d'une lampe électrique et on en projette l'image sur un écran à l'aide d'une lentille qui est fixée au balancier d'un interrupteur de Foucault en usage aussi dans les appareils de Ruhmkorff. Si l'interrupteur est mis en mouvement, on voit une image allongée de la corde, et si l'on met celle-ci en vibration, soit par un coup d'archet, soit en la pincant ou en la frappant, on voit des courbes différentes dues aux sons harmoniques différents. L'expérience réussit également très bien avec une membrane qu'on place devant la fente de la lampe et qu'on munit d'un point lumineux, par exemple d'un petit morceau de carton percé ou d'un petit fil métallique. La membrane est fixée sur un tube lequel à son tour est uni à l'aide d'un tube en caoutchouc à un cornet acoustique. Aussi longtemps que la membrane est en repos on ne voit

qu'une ligne droite sur l'écran laquelle se change en courbes caractéristiques dès qu'on chante devant le cornet ou qu'on y fait entrer les sons d'un tuyau d'orgue ou d'autres instruments de musique. La différence des voyelles par exemple se démontre d'une manière frappante, quand on chante dans le cornet, par la différence des courbes. M. Raps, collaborateur de M. Kundt, a réussi à photographier ces images de sorte que cette méthode si simple pourrait peut-être servir pour des mesures. — MM. Friedländer frères présentent une série de photographies qu'ils ont obtenues en plaçant une plaque photographique entre les disques d'un petit condensateur joints aux deux pôles d'une machine électrique de Holtz. On obtient de cette façon les figures de Lichtenberg avec une grande netteté. Des médailles placées sur la plaque photographique se reproduisent entourées d'une auréole. La question est encore indécise de savoir si ces images sont dues au phénomène purement électrique ou si peut-être ce sont des effets lumineux qui les provoquent.

Dr HANS JAHN.

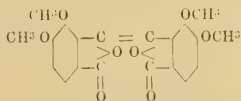
ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 19 février 1891.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Oppenheim : *Éléments de la trajectoire de la planète (290) Bruna*.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — Le Dr Klémencic : *Sur la réflexion des rayons de force électrique sur des plateaux de soufre ou des plateaux métalliques*. L'auteur a entrepris des recherches qualitatives et quantitatives sur la réflexion des rayons de force électrique sur un diélectrique tel que le soufre ou sur un conducteur tel qu'un plateau de zinc; il a cherché à comparer les propriétés de ces rayons à celles des rayons lumineux. Il se sert pour cette étude d'un inducteur secondaire avec un élément thermoelectrique, comme il a été expliqué dans une précédente communication. La réflexion était produite sur des plaques de soufre réunies de façon à former une surface de 1 m, 20 de hauteur sur 0 m, 80 de largeur l'épaisseur; était de 0 m, 09. On pouvait substituer au soufre une feuille de zinc de même dimension, mais naturellement moins profonde. On a aussi étudié la réflexion métallique sur un treillis de fils de fer et sur un plateau de zinc replié en cylindre. Les dimensions des différentes parties de l'appareil permettant l'étude de la réforme sous des incidences variant entre 30° et 65°. Entre la réflexion sur le plateau de zinc et celle sur le plateau de soufre, on a constaté la même différence que pour les rayons lumineux. L'intensité de la réflexion change avec la direction de vibration des rayons. Avec le plateau de soufre on obtient sous toutes les incidences une réflexion énergique, si les onduations sont perpendiculaires au plan d'incidence; au contraire si elles sont parallèles à ce plan on n'obtient de réflexion énergique que sous un petit angle; l'intensité des radiations réfléchies diminue beaucoup quand l'incidence augmente et s'annule complètement pour un angle compris entre 60° et 65°. Ce fait est d'autant plus remarquable que l'indice de réfraction du soufre a une valeur telle que ce corps doit posséder un angle de polarisation totale compris entre les mêmes valeurs 60° et 65°. La comparaison des observations avec les résultats que l'on déduirait de la formule de Fresnel sur l'intensité des radiations réfléchies par le soufre ne conduit pas à des résultats très satisfaisants, sauf pour une valeur particulière de l'angle d'incidence, mais on ne saurait attacher grande importance à ce désaccord si l'on a égard aux mauvaises conditions où l'on se trouve nécessairement placé, les dimensions du miroir réfléchissant étant plus petites que la longueur d'onde des radiations incidentes. — M. A. Von Obermeyer. *Recherches sur les décharges électriques entre des points placés dans différents gaz sous diverses pressions*. Ces recherches relatives aux distances explosives et à la mesure de la résistance opposée à la décharge ont été

effectuées avec l'électromètre absolu de MM. Bichat et Blondlot. — MM. Goldschmidt et Egger. *Action du cyanure de potassium sur l'acide opianique*. Si l'on traite l'éther de l'acide en dissolution alcoolique par le cyanure de potassium, il se forme un composé très difficilement soluble de couleur jaune $C^{20}H^{16}O^8$, un autre légèrement soluble $C^{20}H^{12}O^8$ et est un éther neutre de l'acide hémipérique. Le composé $C^{20}H^{16}O^8$ a une structure analogue au diphtalyle



et doit être considéré comme un tétraméthoxydiphtalyle; quant au second il paraît être un tétraméthoxyhydrodiphtalyle. — MM. Goldschmidt et Jallodà. *Sur les produits de réaction de la benzylamine et de la glycolchlorhydrine*. — M. Tschermak. *Seconde communication sur le groupe des chlorites*. L'auteur examine les rapports entre la constitution et la composition de ces minéraux; ce travail renferme un grand nombre d'analyses chimiques, qui se rencontrent parfois avec celles de M. Ludwiz.

SCIENCES NATURELLES. — Le Dr Adamkiewicz. *Sur le virus et les cellules des tumeurs malignes (cancers)*. Le virus cancéreux qui se forme dans la substance du carcinome et que l'auteur a déjà décrit se développe beaucoup plus aisément dans le sang que dans le système lymphatique. Ainsi une dose qui, introduite dans le sang, tue immédiatement l'animal en expérience, ne produit le même effet qu'au bout de plusieurs jours introduite dans le système lymphatique. Dans les deux cas on observe toujours la paralysie avant la mort. Tandis que (surtout dans l'introduction par le système lymphatique) les phénomènes d'incitation peuvent faire complètement défaut. Si l'on inocule des particules cancéreuses, prises sur un malade, à des animaux vivants, on remarque souvent l'apparition de cellules cancéreuses à des endroits même assez éloignés du point d'inoculation.

Emile WEYR,
Membre de l'Académie.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE SAINT-PÉTERSBOURG

Séance du 28 janvier 1891.

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. Wild lit une note sur l'adaptation des lampes électriques Edison aux appareils enregistreurs qui fonctionnent à l'aide de photographie. Les résultats des expériences sont complètement favorables au remplacement du mode d'éclairage ordinaire (gaz, lampes à pétrole) par l'éclairage électrique. Avec ce dernier, les dessins des courbes des magnéto-graphes sont beaucoup plus nets, les interruptions dans l'éclairage sont réduites au minimum (grâce aux avertisseurs électriques), la lecture des indications des instruments se fait plus rapidement, etc. En outre les lampes Edison n'échauffent point les appareils et coûtent moins cher.

2^{de} SCIENCES NATURELLES. M. A. Famintzin fait la déclaration suivante : « L'année passée, au mois de mai, j'ai présenté à l'Académie un mémoire sur le phénomène de symbiose des cellules vertes et des infusoires. Dans ce mémoire je confirmais l'existence d'une enveloppe et d'un noyau chez la *Zoochlorella* et je décrivais une algue vivant librement, semblable en tout point à cette dernière. J'en conclus que les cellules vertes des infusoires étaient des algues, et je disais que, malgré tous mes efforts et les expériences de deux années, je n'ai pu réussir à faire vivre ces algues en dehors de l'organisme de l'infusoire. D'ailleurs les autres observateurs n'étaient guère plus heureux que moi et ne pouvaient que constater la mort plus ou moins rapide des cellules en question isolées du corps de l'infusoire. Continuant depuis mes expériences, en variant les conditions dans lesquelles elles se faisaient, j'ai pu découvrir quelques indices qui permettaient d'espérer des résultats plus favorables en essayant une culture des cellules dans des solutions de sels inorganiques, soit purs, soit mélangés avec l'agar-agar. Enfin en septembre dernier j'ai réussi à obtenir une végétation superbe de cellules vertes extraites du *Parametium Bursaria*, et en décembre des cellules vertes de la *Zoochlorella* et du *Stentor polymorphus*. »

O. BACKLUND,
Membre de l'Académie.

CHRONIQUE

LES FÊTES DU CINQUANTENAIRE DE LA FONDATION DE LA SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE LONDRES

Notre éminent collaborateur, M. A. Gautier, vient de rendre compte en ces termes à la Société chimique de Paris de la réception faite par la Société chimique de Londres à la délégation française qu'il présidait :

Vers le commencement du mois de février dernier la Société chimique de Paris recevait de la Société chimique de Londres l'invitation de se joindre à elle pour célébrer le cinquantenaire de la fondation de la célèbre Société chimique anglaise. Nos sympathies pour les savants Anglais, et le souvenir que la Société chimique de Londres avait servi, pour ainsi dire, de modèle à la Société chimique de Paris, fondée par Wurtz en 1858, nous firent accepter avec plaisir cette invitation, d'ailleurs faite en termes pressants et très flatteurs pour nous.

Les fêtes devaient avoir lieu les 24 et 25 février. M. H. Armstrong, secrétaire général de la Société chimique anglaise, fut averti de notre adhésion et la délégation française composée de MM. A. Gautier, président actuel de la Société chimique de Paris, Haller (de Nancy), Correspondant de l'Institut, de Clermont et A. Combes arriva à Londres le lundi 23 février au matin.

Ce n'a pas été sans peine qu'au milieu d'un brouillard épais et jaunâtre que ne parvenait pas à percer la lumière des bec de gaz sans cesse allumés, ni celle des torches à pétrole portées à main d'homme, nous avons pu nous rendre au siège de la Société, à Burlington House, puis chez son honorable président M. W. J. Russell. La Société chimique anglaise avait voulu nous faire complètement les honneurs de sa ville, et loger les délégations étrangères chez les savants londoniens; MM. Gautier et Combes chez M. le Dr Gladstone, MM. de Clermont et Haller chez M. Ramsay. Au milieu de la fumée de houille qu'une absence complète de vent laissait se rabattre sur la grande ville, ce n'a été qu'après bien des péripéties et un retard très sensible que nous avons pu arriver chez nos aimables hôtes.

Le mercredi 24 les fêtes ont commencé par une assemblée générale des membres de la Société chimique et des délégations étrangères, tenue l'après-midi dans l'amphithéâtre de l'Université de Londres (Burlington Gardens). La belle salle était comble, et à 3 heures, M. le président Russell déclarait la séance ouverte et souhaitait à tous la bienvenue.

J'ai dit quelle était la délégation française. La délégation allemande était composée de MM. V. Meyer, (d'Heidelberg), Will (de Berlin), Holz et un quatrième délégué représentant l'industrie chimique. Les Sociétés de Saint-Petersbourg, New-York, etc., avaient envoyé des adresses et des félicitations.

Après les speeches très applaudis du président actuel, de MM. Grove et sir Lyon Playfair, membres fondateurs de la Société chimique anglaise et anciens présidents de cette Société, M. le professeur Odling a prononcé un fort intéressant discours exposant les progrès de la chimie depuis la fondation de la Société de Londres, c'est-à-dire depuis un demi-siècle. Nous espérons que ce discours, aussi savant qu'équitable et pondéré dans ses jugements, plein de points de vue originaux, sera publié dans l'une de nos Revues françaises¹.

Le président a donné ensuite successivement la parole aux présidents des délégations étrangères. Voici comment s'est exprimé M. Gautier, au nom des chimistes français :

« C'est toujours un nouveau regret pour moi, lorsque je me retrouve à Londres, de ne pas assez parler la langue anglaise pour oser l'aborder devant vous ; mais (et c'est un peu notre excuse) vous parlez ou entendez tous le français, et vous me parlerez aisément, je l'espère, de vous dire en français les sentiments qui nous ont conduits ici. « Quelle que soit la différence de nos mœurs et de nos institutions, quels que soient les événements et les révolutions qui nous ont séparés autrefois, l'on peut dire que rien n'est parvenu à diminuer l'estime, l'amitié particulière que les savants de notre pays portent à ceux du vôtre. Ce sentiment viv et persistant qui date d'avant le commencement de ce siècle, et que je crois être partagé par vous » (oui, oui) « tient à des causes multiples :

« Ce que nous estimons dans les savants anglais, c'est la grande originalité de leurs idées et de leurs méthodes ; c'est la portée pratique aussi bien que théorique de leurs découvertes ; c'est la clarté de leur exposition, et la netteté de leurs résultats ; c'est la conscience, le manque de hâte avec lesquels sont publiés leurs travaux ; c'est l'équité complète de leurs jugements, leur loyauté vis-à-vis de leurs confrères étrangers ; c'est l'hospitalité généreuse qu'ils offrent dans leurs journaux aux publications des autres pays.

« De cette hospitalité anglaise nous en avons une preuve plus sensible encore aujourd'hui, et nous vous remercions de la grâce aimable avec laquelle vous nous recevez dans vos maisons, et nous faites, pour ainsi dire, participer à vos fêtes de famille.

« Les plus illustres d'entre nous auraient voulu venir assister à ce Jubilé et célébrer ici le cinquantième anniversaire de la création de votre célèbre Société chimique ; mais diverses raisons les en ont empêchés et je suis chargé de vous en exprimer le regret : de M. Pasteur, dont la santé, quoiqu'un peu affermie, n'est plus celle de la jeunesse ; de M. Berthelot retenu au Sénat et au Ministère par des commissions d'études où ses connaissances spéciales sont indispensables ; de M. Friedel, en ce moment fatigué. — Mais ils se joignent de cœur à vous dans cette fête, comme le font les membres de la Commission française ici présents, MM. de Clermont, Haller, Combes et moi-même.

« La Société chimique de Londres a été le modèle et la grande sœur de la Société chimique de Paris. C'est ici que son fondateur, Würtz, est venu se rendre seigneur, et c'est au Président actuel de notre Société qu'incombait le devoir, l'honneur et le plaisir de se mettre à la tête de la Commission venue pour vous complimenter et vous apporter l'expression de notre estime et de notre admiration pour vos savants les

« plus célèbres, nos souhaits les plus cordiaux pour la « prospérité à venir de votre Société. »

Après ce discours, très applaudi, M. le Dr Will a lu au nom de la Société de Berlin une adresse de la *Deutsche chemische Gesellschaft* à celle de Londres et il a déposé sur le bureau cette adresse, écrite sur vélin, en caractères gothiques et magnifiquement reliée. Une belle illustration était peinte en tête de ce livre ; la Société chimique de Londres, sous les traits d'une femme, assise, recevait la Société chimique de Berlin, représentée par une belle et luxuriente fille voulant bien descendre d'un piédestal pour aller féliciter celle qui l'attendait assise au-dessous d'elle. Après la lecture d'une nouvelle adresse de la Société pharmaceutique de Londres, la séance a été levée.

Le soir du même jour les membres des Sociétés anglaises et étrangères étaient invités à une soirée et à une exposition scientifique tenues dans les magnifiques salons que la corporation des Orfèvres de Londres avait mis à la disposition de la Société chimique. Je ne parlerai ni de la cordialité de la réception, ni de la présence du Lord-Maire auquel nous avons eu l'honneur d'être présentés, ni de l'exposition intéressante des portraits des divers Présidents de la Société chimique anglaise depuis sa fondation, ni de l'excellente musique de l'artillerie de la garde, mais seulement de l'exposition des produits et appareils, principalement due aux anciens Présidents de la Société anglaise. Parmi les pièces les plus curieuses de cette exposition historique je me bornerai à citer :

1° L'échantillon original de phosphore préparé en 1680 dans le laboratoire de R. Boyle par le célèbre alchimiste *Godfrey Hauckwitz*. C'est le premier échantillon de phosphore produit industriellement, avant même la publication posthume de la méthode de Boyle faite en 1693.

2° Le fourneau à coupellation de *sir Isaac Newton*, alors Maître de Mines.

3° La balance de poche de W. Scheele, et la balance de *Cavendish*.

4° La batterie galvanique avec laquelle *sir H. Davy* découvrit les métaux alcalins. Les premiers spécimens de ses lampes de sûreté pour les mines.

5° Les appareils originaux de J. Dalton, ses manuscrits, ses baromètres, eudiomètres ; les tubes gradués dont il se servit dans les travaux qui lui firent découvrir la loi des proportions multiples.

6° La première photographie du spectre solaire prise par *Draper*.

7° Les appareils originaux de Faraday pour la liquéfaction des gaz. Le dispositif qui lui servit pour la première fois à découvrir la relation du plan de polarisation sous l'influence du magnétisme.

Le premier échantillon connu de benzène.

8° Les tubes de graphite et d'hydrophane employés par *Th. Graham* lorsqu'il découvrit la diffusion des gaz ; ses osmomètres, ses appareils à dialyse ; ceux qu'il employa pour étudier la capillarité, la séparation des gaz par athmolyse et dialyse.

9° Les appareils utilisés par *C. Brodie* pour ses études sur l'ozone.

10° Du Dr *Gladstone* : divers produits, tels que l'hydrate de tébéenthine préparé en 1846 ; la xyloïdine (1847), l'éthylate d'aluminium ; diverses acétones ; le couple zinc-cuivre original, la première batterie électrique à air, etc., etc.

11° De *Warren de la Rue* : l'une des premières photographies de la lune et des premières applications de la photographie à l'étude du ciel.

12° De *S. Frankland* : les échantillons originaux de radicaux organométalliques et son boréthyle. L'appareil qui lui a permis de déterminer l'énergie potentielle des divers aliments ; les appareils qui lui ont servi à mesurer la chaleur de combustion de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone sous de hautes pressions. Les produits de ses recherches, faites avec *Duppa* sur les éthers diacétoacétiques et autres. Les appareils employés (avec

¹ On trouvera l'analyse de ce discours à la suite de cet article. (N. de la Réd.)

M. Armstrong) pour doser l'azote des nitrates, et celui des composés organiques des eaux potables.

13° De sir *Frédéric Abel* : les spécimens originaux de coton poudre préparés en 1846; les échantillons primitifs de coton poudre granulé, comprimés, nitroglycérinés. Les bombes et appareils à explosion d'Abel et Noble. Le premier échantillon de *cordite*, ou poudre anglaise sans fumée.

14° De *J. H. Gilbert* : Les premiers appareils imaginés par *Lawes*, *Gilbert* et *Pugh* de 1837 à 1860, pour savoir si les plantes absorbent ou non l'azote libre de l'air.

15° De *sir Henry Roscoe* : la première série complète d'échantillons des composés du Vanadium.

16° De *W. H. Perkins* : une série très intéressante de produits chimiques, parmi lesquels l'échantillon original de *Mauvéine*, la première couleur obtenue avec le goudron de houille en 1836.

17° De *Hugo Müller* : divers composés : acide malannique, homopyrocatechine, quercite du *Chamerops humilis*, matières colorantes diverses.

18° De *W. Crookes* : les premiers échantillons de dépôts sélénifères où il découvrit le thallium, et une série très complète des dérivés de ce métal. Des échantillons de minerais thallifères (*Crookénite*, sélénure de cuivre et de thallium, contenant 17,25 % de thallium). Pyrites thallifères du *Cumberland*.

Radiomètres. Appareils nombreux et ingénieux, destinés à l'étude de la matière radiante;

Appareils pour étudier les phénomènes de phosphorescence dans le haut vide.

Spécimens des terres rares et de leurs sels : *Gadolinite*, *Samariskite*, *Allanite*, *Thorite*, *Eudyalite*, *Orthite*, *Albite*, *Rhabdophane*, *Colombite*, *Hjelmite*, etc.

19° De *E. Daniell* : Les premières piles électriques; ses batteries à gaz; son pyromètre.

20° De *Th. Andrews* : la collection de ses appareils de recherches sur l'ozone, la liquéfaction des gaz, la continuité des états gazeux et liquide, et le point critique; son calorimètre pour déterminer la chaleur des combustions.

21° De *J. Joule* : le modèle du calorimètre qu'il employa pour déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur.

22° De *W. Weldon*, *E. Schenck*, *W. Francis*, *R. Warrington*, *J. Spiller*, *G. Matthey*, diverses expositions de portraits, manuscrits, en particulier les premiers appareils de platine, fabriqués en 1846, et ceux de la maison *Johnson Matthey and Co.* Des coins et médailles de platine frappés en 1826, à Saint-Petersbourg, et de beaux spécimens de platine, palladium, rhodium, ruthénium, iridium, etc.

Le lendemain de cette belle et intéressante soirée, fut consacré par les délégués français à visiter les établissements scientifiques de Londres y compris les laboratoires particuliers : Nous avons rapidement parcouru l'*Ecole des Sciences*, véritable Faculté des Sciences de Londres, mais d'où l'on a exclu les sciences non expérimentales (mathématiques, astronomie, etc.) qui s'enseignent ailleurs; l'*Ecole des Mines*, l'*Institut des Ingénieurs civils* : la Monnaie qu'a bien voulu nous montrer dans tous les détails de son fonctionnement ingénieux son savant directeur *M. Roberts Austen* etc. Le temps de cette seconde journée s'est donc fort utilement passé et nous avons été ainsi conduits jusqu'au grand dîner qu'on nous offrait le soir dans les salons de *Whitehall*, sans que nous ayons pu nous soustraire un instant à l'attrait de l'étude du fonctionnement de tant d'institutions nouvelles pour nous.

J'étonnerais nos compatriotes si je leur disais que cette réception, à laquelle avait bien voulu assister Lord Salisbury lui-même, ainsi que *M. l'Atorney général* sir *Robert Webster* et divers membres du Parlement, ne nous a pas particulièrement intéressés. Certes les formes que les Anglais aiment à conserver ne sont pas exclusives, dans ces grands diners d'apparat, d'une certaine simplicité et de beaucoup de cordialité, et lorsque le *toast Master* proclame successivement les

noms de ceux qui vont prendre la parole; cette solennité n'empêche pas l'orateur de parler à son auditoire attentif et bienveillant avec cette familiarité que nous aimons et que cultivent aussi nos voisins d'Angleterre. Je regrette bien de ne pas pouvoir faire passer sous les yeux des lecteurs les toasts prononcés successivement au dessert par *M. le Président Russell*; celui de *M. le Marquis de Salisbury*, qui lui a répondu, a été publié par le *Times*, et nous pouvons en donner un extrait assez complet; on verra que l'humour britannique ne perd jamais ses droits.

Après ce discours, *M. l'Atorney général* a parlé avec beaucoup d'esprit de ses relations de collège avec divers membres de la Société chimique de Londres, aujourd'hui ses amis; puis, sir *Lyon Playfair*, avec sa verve oratoire toujours nouvelle et toujours jeune, nous a charmés à son tour. Enfin ont successivement pris la parole, *M. le représentant de la Société des Orfèvres de Londres*, et *M. Frankland*, chargé de porter un toast aux délégations étrangères.

M. Gautier lui a répondu le premier par les paroles suivantes :

« Lorsqu'il y a trente années (un peu plus peut-être) « je commençai à étudier avec *M. Chancel*, le successeur de *Gerhardt* à Montpellier, et *M. Bérard*, le collègue de *Delaroche*, la chimie de ces temps « lointains, les noms de *H. Davy*, *Dumas*, *Liebig*, *Berzelius*, revenaient sans cesse, et l'on commençait à « nous faire connaître alors, comme des nouveautés, « devenues depuis classiques, les beaux travaux de « *M. Williamson* sur l'éthérification, et de *M. Frankland* « sur les radicaux organométalliques. Que j'étais loin « alors de m'attendre au périlleux honneur qui m'est « échu ce soir de répondre à l'illustre savant que je viens « de nommer le dernier, et de lui répondre dans son « pays même, dans cette hospitalière et heureuse Angleterre qui vit tranquille, protégée par ses vieilles « institutions, et qui a bien raison d'être fière de ses « savants, alors qu'elle peut compter parmi eux « l'homme d'Etat qui a bien voulu ce soir assister à notre fête, Lord Salisbury, Lord Raleigh et le duc « d'Argyll lui-même.

« A cet honneur très grand et dont je rapporte tout « le prix à votre pays et au nôtre, permettez-moi de « répondre d'abord par un vœu : celui de pouvoir nous « retrouver tous, sans qu'il en manque un seul, lorsque nous célébrerons à notre tour à Paris le cinquantenaire de la fondation de notre Société chimique. Elle date de 1838, et par conséquent c'est 17 « années que je demande au Ciel d'accorder à chacun « de nous. Nul ne s'y opposera sans doute, et nous essaierons alors, unis dans une fête semblable, de « vous recevoir à notre tour avec les mêmes sentiments « de cordialité et la même hospitalité.

« Messieurs, qu'elle le veuille ou non, la science « arrive à deux résultats distincts : elle étudie les faits, « elle essaie de les généraliser et d'en déduire les lois « qui permettent d'agrandir le champ des connaissances humaines et de les appliquer à l'accroissement « du bien-être commun. Mais elle devient aussi un « moyen d'union entre les hommes et les nations. Des « fêtes comme celle-ci en sont la preuve sensible. Elles « permettent de se tendre la main, elles rapprochent « ceux qui resteraient éloignés; elle fait se juger et « s'estimer personnellement des hommes qui se connaissent souvent depuis longtemps sans se voir, s'entendre, ni songer à s'entraider.

« Par nos publications, nos livres, nos cours publics, « nous possédons aussi des moyens d'être utiles en « jouant ce rôle de pacification. De ces moyens croyez-le bien, nous ne nous faisons pas faute en France. Je vous ai dit hier quels sont nos sentiments vis-à-vis « des savants de l'Angleterre; qu'il me soit permis, « puisque l'occasion s'en présente, de dire aussi notre « pensée aux savants allemands ici présents. Nous professons tous le culte scientifique qu'elle mérite pour « la travailleuse et érudite Allemagne, et nos élèves

« savent bien tout le cas que nous faisons de nombreux publications qui nous en viennent, et l'admiration que nous avons pour ses plus célèbres chimistes.

« C'est ainsi que la Science arrive peu à peu à apaiser et unir les hommes et les nations. Les peuples auront beau échanger leurs obsus sur les champs de bataille, ils échangeront aussi leurs idées, et les conquêtes scientifiques, d'où qu'elles viennent, resteront un patrimoine commun. De cette communauté de goûts, de ces échanges, naîtra tôt ou tard, bientôt peut-être, la pacification désirable, le règne de l'équité et de la raison.

« Messieurs, l'on a dit que la science n'a pas de patrie, c'est ainsi qu'il faut l'entendre ; c'est dans cette pensée, et sous l'égide de l'hospitalité anglaise, que dans cette fête pacifique je bois à l'union des hommes de bonne volonté par la science et pour le bien général. »

Après ce toast, M. V. Meyer a pris la parole au nom de l'Allemagne. Le nom de l'illustre chimiste de Heidelberg a soulevé des hurrahs bien mérités. M. V. Meyer a développé avec beaucoup d'éloquence ce thème que la Société chimique de Berlin, la plus nombreuse comme membres inscrits, la plus productive en publications, était certainement la Société chimique internationale par excellence. Elle est ouverte à tous, dit-il ; elle a eu pour Présidents des hommes tels que W. Hofmann, qui s'est presque formé en Angleterre ; Kekulé, qui a fait à Londres ses premières observations sur la loi des valences. La Société chimique allemande est donc heureuse de tendre une main amie à celle de Londres, etc.

Après d'autres toasts encore, prononcés par M. Abel, pour remercier les membres étrangers et les visiteurs, par sir Andrew Clark et le Président de la Société pharmaceutique de Londres, la séance a été levée.

Notre rôle de délégués était terminé, mais nous n'avons pas voulu quitter l'Angleterre sans assister à l'une des séances de la célèbre Société Royale de Londres, qui devait avoir lieu le lendemain. Notre aimable hôte M. H. Gladstone, F. R. S., a bien voulu nous présenter, durant le thé qui précède chaque séance, aux plus illustres des savants anglais, et nous avons pu assister ensuite à une très intéressante lecture (*Croonian Lecture*) de M. Victor Horsley, sur le système nerveux des mammifères, et les localisations des centres fonctionnels, déterminés durant la vie, par une nouvelle méthode d'inscriptions électriques ; cette lecture a été illustrée de nombreuses et remarquables projections lumineuses.

Tel est le résumé très succinct de notre court séjour à Londres. La délégation française en revient très satisfaite, très touchée de l'hospitalité et de l'affabilité des savants anglais, de la connaissance qu'ils ont de notre langue, de nos hommes et de nos travaux ; très frappée de l'activité de leurs institutions privées et publiques d'enseignement supérieur. Elle fait des vœux pour que l'occasion se renouvelle le plus souvent possible de resserrer encore les nœuds de ces vieilles et amicales relations qui datent de plus d'un siècle ; relations fondées sur une estime réciproque et une commune conception que la Science doit rester en dehors et au-dessus de la considération des intérêts matériels des partis et des races.

DISCOURS DE M. ODLING

Parmi les nombreux discours prononcés au jubilé de la Société chimique de Londres, l'un des plus remarquables et des plus applaudis a été celui du professeur Odling, sur le développement de la chimie depuis la

fondation de la Société. En voici le résumé, d'après la revue anglaise *The Chemist and Druggist* :

Si l'on étudie les progrès qu'a faits la chimie depuis cinquante ans, on est frappé de ce fait que la théorie et l'application avancent toujours simultanément et la main dans la main. Les développements de l'industrie chimique moderne sont dus en grande partie aux recherches de laboratoire, et, d'autre part, l'industrie, en fournissant à la science, des corps nouveaux et variés en quantités considérables, a forcé le chimiste à se rendre compte de la futilité de ses convictions sur la constitution chimique des corps. Mais après un examen sévère, on peut dire que les doctrines chimiques actuelles reposent sur une base beaucoup plus solide que cela n'arrivait antérieurement.

La science nous a permis de pénétrer beaucoup des secrets de la nature : l'étude de la synthèse, commencée par Wöhler puis par Berthelot, a conduit à d'admirables résultats pratiques ; citons la synthèse industrielle de l'essence de Wintergreen et de la Garance. Les travaux de Fischer sur la synthèse des sucres ont fait disparaître pour toujours la vieille idée de la force vitale. Car tous ces corps, aujourd'hui obtenus par synthèse, étaient considérés comme des productions de cette force mystérieuse. Sur ce sujet, nos idées ont subi non pas un simple changement, mais une véritable révolution.

Passant en revue, les principales découvertes effectuées dans ces cinquante dernières années, le professeur Odling, cite la théorie de la dissociation, à laquelle est attaché le nom de Sainte-Claire-Deville, la théorie de la dissolution des sels, de la diffusion, de la pression osmotique ; les découvertes de Graham sur l'osmose et de Faraday sur l'électrolyse. Les recherches sur l'état de la matière aux températures élevées ont conduit Bunsen et Kirchhoff à l'analyse spectrale, en étendant la chimie au delà des limites terrestres et en créant une science cosmique.

Quel pas énorme, dit l'orateur, a fait faire cette découverte à nos idées sur la nature et la relation mutuelle des éléments. Elle a permis à certains chimistes, dont plusieurs sont des savants de premier ordre, de se lancer dans l'étude de la nature des éléments, étude qui, si elle ne conduit pas encore à des résultats bien clairs, peut mettre en évidence dans l'avenir des vérités de la plus grande importance. Puis est venue la question des rapports de combinaison des éléments. Les travaux de Gehard, Wurtz, Faraday, ont produit la révolution des poids atomiques, d'où sont sorties les idées sur la valence, le pouvoir de substitution et enfin la loi périodique de Newlands et Mendeleeff.

Cette conception, qui établit entre les éléments un lien, au lieu de les laisser complètement isolés les uns des autres, est une des plus grandioses de la période scientifique actuelle. Elle a ouvert la voie à de nombreux travaux, et c'est en partant de recherches qui en dérivent que Kekulé a été conduit à l'idée de la saturation mutuelle des affinités, idée qui a transformé la chimie organique.

Le professeur Odling ne fait que mentionner l'œuvre de Le Bel et Vant-Hoff, qui est d'une très grande portée et ouvre des vues nouvelles sur l'hypothèse atomique de Dalton ; mais il croit en avoir assez dit pour montrer la nature et l'étendue des progrès qu'a accomplis la science depuis la fondation de la Société chimique.

Erratum : C'est par erreur que dans notre dernier numéro (28 février 1891), les trois analyses des ouvrages de MM. Boltzmann, Ritter, Rubens et Ritter ont été signées du nom de M. Guillaume. Nous les devons à M. E. Savasin, de Genève.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER

Paris.—Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LES DÉCHARGES ÉLECTRIQUES DANS LES GAZ RARÉFIÉS ET LA CONSTITUTION DE LA MATIÈRE

Je vais exposer, dans les pages suivantes, des recherches dans lesquelles l'électricité est employée comme un instrument ou comme un moyen de rendre appréciables à nos sens, des phénomènes qui, autrement, ne nous seraient pas accessibles; par l'emploi judicieux de cet instrument nous ajouterons quelque chose au peu que nous savons des atomes et des molécules de matière et des formes de l'énergie qui, par leurs réactions mutuelles, constituent l'univers, tel qu'il se manifeste à nos cinq sens.

Je dois d'abord rappeler brièvement la théorie généralement acceptée sur la constitution de la matière.

I. — THÉORIE CINÉTIQUE DES GAZ

La matière à son dernier degré d'extension est considérée comme n'étant pas continue, mais granulaire. Maxwell illustre cette hypothèse de la façon suivante : Pour un constructeur de chemin de fer, creusant un tunnel dans une montagne sablonneuse, le sable peut être considéré comme une substance continue. Pour un vermisseau rampant à travers le sable, cela n'est plus possible, qu'il pousse devant lui un grain de sable ou se dirige à travers les interstices. Pour ce vermisseau, en aucune manière le sable ne peut être considéré comme continu ou homogène.

Je ne veux pas parler ici des hypothèses sur la constitution de la matière à l'état solide ou liquide, et j'aborderai directement le troisième

état de la matière ou l'état gazeux. La théorie cinétique des gaz enseigne que les molécules constituantes se déplacent dans toutes les directions possibles, avec des vitesses très grandes et continuellement variables, et se choquent, sans cesse, entre elles. La distance que chaque molécule parcourt sans en rencontrer une autre est appelée son *libre parcours*. La distance moyenne, parcourue sans choc par le nombre total des molécules d'un gaz à une pression et une température donnée sera le *libre parcours moyen*. Les molécules exercent des pressions dans toutes les directions, et la gravitation seule les empêche de se répandre à travers l'espace. Dans les gaz ordinaires, la longueur du libre parcours moyen est excessivement petite, comparativement aux dimensions du vase, et les propriétés que nous observons, et qui caractérisent l'état gazeux de la matière, dépendent de ces continues collisions. Mais si nous réduisons beaucoup le nombre des molécules contenues dans un espace donné, le libre parcours des molécules, soumises à une impulsion électrique, est si grand que le nombre de leurs collisions mutuelles dans un temps donné, peut être négligé par rapport au nombre de fois qu'elles peuvent parcourir, sans choc, tout l'espace qui leur est offert. Par suite, la molécule moyenne peut suivre, sans interruption, son propre mouvement. Quand le libre parcours moyen des molécules devient comparable aux dimensions du vase qui contient le gaz, les propriétés qui constituent l'état gazeux sont réduites

à un minimum, la matière atteint l'état *ultra-gazeux* ou *radiant*, et nous obtenons des conditions dans lesquelles les mouvements des molécules soumises à une impulsion électrique, peuvent facilement être étudiés.

Le libre parcours moyen des molécules d'un gaz augmente très rapidement lorsque la pression diminue. Tandis qu'il est d'un dix-millième de millimètre pour les molécules de l'air à la pression ordinaire, à une pression d'un millionième d'atmosphère (pression que l'on atteint facilement avec les appareils actuels, et qui est celle de l'atmosphère à une distance de 90.000 kilomètres de la terre), le libre parcours moyen est d'environ 9 mètres. A 200 kilomètres de la surface de la terre il serait de 10.000.000 de kilomètres, et à des millions de kilomètres dans l'espace il devient pratiquement infini. On pourrait pousser plus loin la spéculation dans ces sens, en dépit d'Aristote qui dit : « Au delà de l'Univers il n'y a ni espace, ni vide, ni temps. »

En discutant les mouvements des molécules, nous devons distinguer le libre parcours du libre parcours moyen.

Rien ne nous est encore connu relativement à la longueur *absolue* du libre parcours, non plus qu'à la vitesse *absolue* d'une molécule. On peut même démontrer que ces grandeurs peuvent varier de zéro à l'infini. Nous nous servons exclusivement du libre parcours *moyen* et de la vitesse *moyenne*.

II. — LA POMPE A VIDE

Comme la plupart des expériences que je vais décrire sont effectuées dans des gaz très raréfiés, il n'est pas inutile d'indiquer l'appareil au moyen duquel le vide a été fait dans ces tubes. On a beaucoup parlé récemment en faveur de la pompe de Geissler et de ses perfectionnements, mais je préfère encore la pompe de Sprengel avec laquelle le vide peut être poussé plus loin. Je tiens à faire remarquer que l'action de cet appareil ne cesse pas lorsqu'on ne voit plus d'air s'échapper à la partie inférieure des tubes, mais continue encore longtemps après. Enfin, le vide non conducteur, que l'on obtient si facilement avec la pompe de

Sprengel n'est pas dû à la présence de la vapeur de mercure, car on l'obtient aussi rapidement quand des précautions spéciales sont prises pour éliminer des tubes les vapeurs mercurielles.

Un des grands avantages de la pompe de Sprengel résulte de ce que sa capacité intérieure peut ne pas dépasser quelques centimètres cubes, et qu'il existe par suite moins de surfaces libres, capables de condenser les gaz.

III. — LE PASSAGE DE L'ÉLECTRICITÉ A TRAVERS LES GAZ RARÉFIÉS

Les phénomènes variés que présente le passage de l'étincelle d'induction à travers un gaz à différentes pressions, conduisent à admettre qu'à des pressions très faibles correspond une condition particulière de la matière. Je prends trois tubes exacte-

ment semblables; les électrodes sont en aluminium et les pressions intérieures sont respectivement de $0^{\text{mm}}075$, $0^{\text{mm}}002$ et $0^{\text{mm}}001$. Si l'on envoie successivement le courant d'induction dans ces différents tubes, il se pro-



Fig. 1.

duit dans chaque cas un phénomène lumineux particulier. La figure 1 représente un tube où le vide n'a pas été poussé très loin comme dans le premier de la série dont je viens de parler ($0^{\text{mm}}075$). L'étincelle d'induction passe d'une extrémité à l'autre, AB, et la décharge nous apparaît comme une ligne de lumière, se comportant comme un conducteur flexible. Sous le tube, j'ai un électro-aimant C; lorsqu'on le fait agir, la ligne lumineuse se courbe en son centre pour se rapprocher des pôles de l'aimant, puis redevient de nouveau rectiligne lorsque l'action cesse. En renversant le courant, la ligne de lumière se courbe de l'autre côté. Il faut noter que l'action de l'aimant dans ces cas est seulement locale.

Dans un tube où le gaz est très raréfié, l'action est tout autre. La figure 2 représente un tube où j'ai poussé le vide jusqu'à $0^{\text{mm}}001$. Quand on fait passer le courant d'induction, on aperçoit les molécules électrisées, qui se déplacent en ligne droite, comme la ligne de lumière dans le premier tube, et rendent leur parcours apparent en frappant un

écran phosphorescent DE. Si on les soumet à l'action d'un aimant, C, leur conduite est différente. La ligne s'abaisse jusqu'en F, mais ne reparait plus ensuite. Il semble que dans le premier tube, nous observions la conduite moyenne de la totalité des molécules du gaz. Dans le second cas, où le gaz a été raréfié, nous examinons simplement la marche individuelle des molécules qui le composaient primitivement.

IV. — LA DÉCHARGE STRATIFIÉE

Quand le gaz est plus raréfié que cela n'est nécessaire pour donner la ligne lumineuse flexible, obtenue dans la première expérience, la traînée lumineuse devient tout à fait discontinue, ou, comme on l'a dit, stratifiée.

Une très-bonne illustration de ce fait peut être tirée du mouvement qui se produit dans une rue très fréquentée. Si à certains moments, lorsque le courant des affaires se produit également dans les deux directions, nous observons d'une fenêtre les allants et venants, nous

pouvons remarquer que la foule n'est pas uniformément répartie sur la chaussée, mais forme une série de groupes, ou, pour ainsi dire, de paquets, séparés par des espaces relativement vides. On peut aisément concevoir de quelle manière sont formés ces paquets et ces groupes. Les quelques personnes qui marchent plus lentement que la moyenne retardent le mouvement des autres qui se déplacent dans la même direction ou dans la direction opposée. Par suite, un encombrement temporaire se trouve créé. Les passants qui arrivent par derrière augmentent la foule en ce point, tandis que ceux qui sont devant et conservent la même vitesse, laissent derrière eux un espace relativement vide. Si la foule se déplace tout entière dans la même direction, la formation de ces groupes devient moins distincte. Dans les rues très fréquentées, les voitures produisent le même résultat, comme chacun a pu le remarquer.

On conçoit donc comment de simples différences de vitesse suffisent à résoudre une multitude de passants en un certain nombre de groupes et d'intervalles alternés.

Au lieu d'examiner des hommes ou des femmes en mouvement, supposons que nous expérimentions sur de petites particules d'une substance, de sable par exemple, de dimensions approximativement égales. Si l'on met ces particules en suspension dans l'eau, dans un tube horizontal, et qu'on leur imprime un mouvement rythmique, nous obtiendrons encore des résultats semblables, la poudre se disposant, régulièrement et d'elle-même, en moneaux séparés par des espaces libres.

Passons enfin à des substances encore plus ténues, et observons la façon dont se comportent les molécules d'un gaz raréfié, quand on le soumet à l'action d'un courant d'induction. Les molécules sont ici libres de toute volonté capricieuse, et suivent la loi que je cherche à illustrer; et quoiqu'elles soient tout d'abord dans un désordre complet,

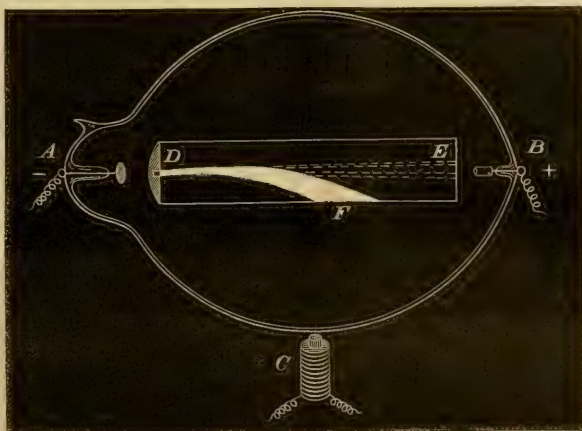


Fig. 2.

sous l'influence du rythme électrique, elles se rassemblent en stratifications bien définies. Les portions lumineuses indiquent les régions où se produit l'arrêt du mouvement et par suite des frottements, tandis que les intervalles sombres correspondent aux régions de l'espace que les molécules traversent en subissant un nombre relativement faible de collisions.

V. — STRATIFICATIONS PARTIELLEMENT COLORÉES

Comme autre exemple des stratifications produites dans un gaz modérément raréfié ($P = 2^{\text{mm}}$) j'prendrai le cas de l'hydrogène, préparé par le zinc et l'acide sulfurique, soumis à l'action de divers agents purificateurs, séché à la manière ordinaire, et raréfié au moyen de la pompe à mercure (fig. 3). Quand je fais passer le courant d'induction, les stratifications sont tricolores,

bleues, roses et grises. Près du pôle négatif A est une zone lumineuse, puis vient un intervalle sombre, l'espace obscur de Faraday (voir plus loin), et ensuite se trouvent les stratifications, la première portion de chacune (b) étant bleue, la suivante (c) rose, et la troisième (d) grise. Les disques bleus sont mobiles jusqu'à un certain point. A un certain degré de raréfaction, toutes les parties bleues des stratifications passent subitement en avant, et forment un seul disque bleu très brillant, et laissent les portions roses et grises. Le tube représenté par la figure 4 est à ce degré particulier de raréfaction. Si l'on y fait passer le courant, on observe un seul disque bleu (b) en avant. Lorsque le tube contient un résidu gazeux de cette sorte, la forme des stratifications peut varier considérablement avec le potentiel de la décharge. Ces changements dans ces formes de stratifications ont été remarqués tout d'abord par Gassiot (1865, B. A. Extraits), qui donne une

description très complète et des dessins des modifications produites en faisant varier la résistance par l'interposition dans les conducteurs de colonnes d'eau distillée de diverses longueurs. L'expérience suivante montre très clairement que la modification ne dépend que de la différence de potentiel : Je prends un tube donnant, avec ma bobine, les stratifications généralement attribuées à l'hydrogène, mais que je crois être dues à un mélange d'hydrogène, de mercure, et de vapeurs d'hydrocarbures. Si je modifie l'interrupteur, de façon à produire des décharges rapides à faible potentiel, les stratifications changent graduellement d'aspect et deviennent toutes roses. Plaçons maintenant l'interrupteur de façon à obtenir des décharges plus lentes et des potentiels plus élevés ; nous retrouvons les stratifications

colorées. Si, à ce moment, on introduit dans le conducteur la résistance d'une colonne d'eau, de façon à abaisser le potentiel, le même phénomène se produit. Le disque bleu est produit par le mercure ; son spectre est celui du mercure seul, sans trace des lignes rouges brillantes de l'hydrogène. Des expériences, non encore terminées, me font regarder comme très probable que ce disque rose est dû à l'hydrogène, et que les disques gris indiquent la présence du carbone. Le tube dont je viens de parler ne contient que de l'hydrogène, du mercure et de faibles traces de carbone.

Mais, avec les ressources dont je dispose, il ne m'a pas été possible de préparer de l'hydrogène complètement dépouillé de toute impureté. Je pense même que l'hydrogène absolument pur n'a jamais été obtenu dans un tube à vide. J'ai pu parvenir à éliminer complètement le mercure et à faire disparaître presque complètement toute trace de carbone. Si l'on prend un tube contenant ce

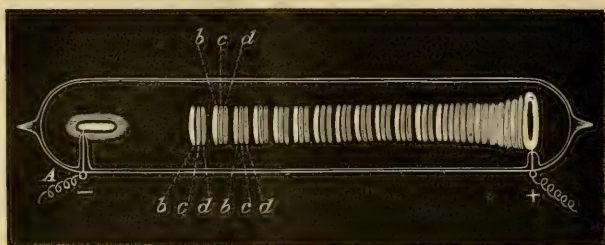


Fig. 3.

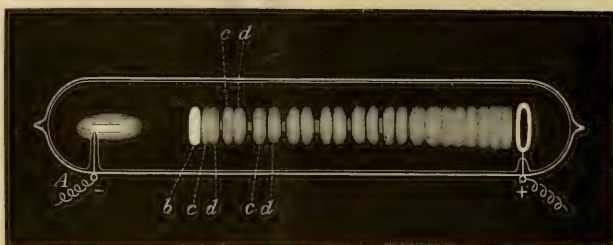


Fig. 4.

gaz, il donne des stratifications uniformément roses, ne montrant ni disques bleus ni disques gris, quel que soit le potentiel du courant.

VI. — L'ESPACE OBSCUR

Après l'état stratifié, nous arrivons à un très curieux phénomène, appelé *l'espace obscur*. En étudiant, en 1838, les phénomènes électriques dans les gaz, Faraday remarqua une discontinuité de la décharge lumineuse, séparant la lueur de l'électrode positive de celle de l'électrode négative. C'est ce qu'il appela « l'espace obscur. » On le voit dans les tubes qui contiennent un gaz modérément raréfié ; dans ces tubes (fig. 3, $P = 6^{\text{mm}}$) on peut observer que la lueur positive, s'étendant comme une bande rose à partir de l'électrode po-

sitive B, s'arrête à environ dix millimètres de la tache lumineuse bleue, qui représente la lueur négative. Cette lacune, cet intervalle non lumineux, d est « l'espace obscur » de Faraday.

Il y a un autre espace qui sépare la lueur négative de son électrode. Dans ce tube, il est si petit que la lueur semble en contact direct avec l'électrode; mais si l'on pousse un peu plus loin la raréfaction, la séparation s'effectue rapidement; dans le nouveau tube (fig. 6) qui contient de l'air à une pression un peu plus faible ($P = 3^{\text{mm}}$) cet espace obscur E s'est étendu au point de repousser la lueur négative à environ quatre millimètres de l'électrode A. C'est de ce second espace obscur que je compte m'occuper particulièrement ici; quand je parlerai dorénavant d'espace obscur, il s'agira de celui qui est compris dans la lueur négative.

Dans les expériences, que je viens de citer, sur les stratifications dans l'hydrogène, le contenu du tube soumis aux décharges électriques, obéit encore aux lois relatives aux propriétés moyennes d'un très grand nombre de

molécules se déplaçant dans tous les sens avec des vitesses d'une inimaginable grandeur. Mais, si l'on pousse plus loin la raréfaction, l'espace sombre E, autour du pôle négatif, devient visible, croît de plus en plus, et finit par remplir entièrement le tube. Les molécules, à ce moment, sont dans une condition différente de celle où elles se trouvent

lorsque le gaz est moins raréfié. Aux faibles raréfactions, elles se comportent comme les molécules d'un gaz, au sens ordinaire du mot; mais à ces vides extrêmes, sous l'influence de l'impulsion électrique, elles arrivent à un état *ultra gazeux*, où se manifestent très nettement

des propriétés masquées jusqu'alors.

Le rayon de l'espace obscur varie avec le degré de raréfaction, avec la nature du gaz dans lequel il est produit, avec la température du pôle négatif, et, à un degré moindre, avec l'intensité de la décharge.

On m'a attribué, à tort, l'idée de considérer l'épaisseur de l'espace obscur comme représentant le libre parcours moyen des molécules dans leur condition ordinaire, et l'on a remarqué que l'espace obscur est notablement plus grand que la valeur calculée pour le libre parcours moyen des molécules. J'ai mesuré avec soin le rayon de l'espace obscur à différentes pressions; je l'ai comparé avec le libre parcours moyen des molécules, non soumises à l'influence électrique, à la même pression, et je n'ai trouvé aucune relation constante entre ces deux gran-

deurs. La longueur de l'espace obscur n'est pas, comme on l'a dit, égale à vingt fois le libre parcours moyen, mais un multiple de plus en plus grand à mesure que la raréfaction est poussée plus loin.

VII. — EXPLORATION AVEC DES PÔLES AUXILIAIRES

Dans le but d'obtenir une indication sur la con-

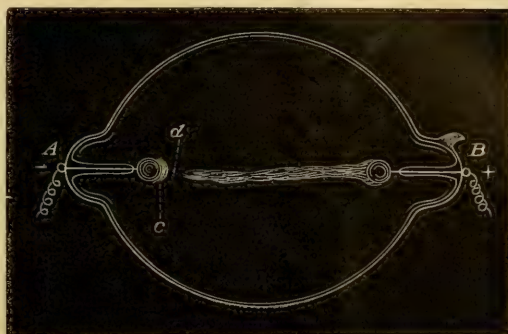


Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 7.

dition électrique de la matière à l'intérieur et à l'extérieur de l'espace obscur, je construisis un tube (fig. 7) possédant, entre les extrémités positive et négative A et B, deux pôles intermédiaires C et D. Je pus constater avec ce tube que, lorsque la raréfaction était telle que les pôles auxiliaires C et D fussent tous deux extérieurs à l'espace obscur, il se produisait entre ces deux pôles une différence de potentiel considérable, différence que l'on pouvait apprécier avec un galvanomètre. Si la raréfaction était poussée assez loin pour que l'un des pôles auxiliaires fût exactement sur le bord de l'espace obscur, aucun courant ne se produisait. Si le vide était encore poussé plus loin, de façon à enfermer complètement l'un des pôles dans l'espace obscur, on retrouvait une grande différence de potentiel, mais en sens inverse ; le pôle qui

avait tout à l'heure le potentiel le plus élevé, possédant maintenant le potentiel le plus faible.

En explorant ensuite l'espace obscur, d'une façon plus complète, avec un pôle négatif mobile, j'ai trouvé que ces effets ne sont pas en rapport avec la raréfaction, et sont dus en réalité à la position occupée par le pôle auxiliaire par rapport à l'espace obscur.

Ces phénomènes sont difficiles à comprendre sur une simple description. Je vais essayer cependant d'éclaircir ces explications un peu compliquées.

Un tube cylindrique (fig. 8, 9, 10, $P = 0^{\text{mm}}25$) possède, outre les pôles ordinaires A et B à ses extré-

mités, deux pôles auxiliaires placés l'un près de l'autre en C et D. Le pôle A peut se déplacer dans l'axe du tube, de façon qu'après avoir fait le vide, on puisse amener l'espace obscur dans une position quelconque par rapport aux pôles auxiliaires. Les signes + et - montrent la distribution des électricités positive et négative dans le tube.

Je place le pôle négatif A aussi loin que possible des pôles auxiliaires (fig. 8). J'envoie le courant ; l'espace obscur entoure le pôle A et reste extérieur aux deux pôles auxiliaires. Les signes montrent que ces pôles sont placés dans la région positive, et on peut re-

connaître, avec un électroscope à feuilles d'or, qu'ils sont chargés d'électricité positive. Mais les signes montrent aussi que C est plus positif que D, et en reliant C et D par un galvanomètre, on peut en effet constater l'existence d'un courant allant de C en D, D étant négatif par rapport à C.

L'espace obscur est maintenant dans une position telle que le pôle C lui soit intérieur (fig. 8).



Fig. 8.



Fig. 9.

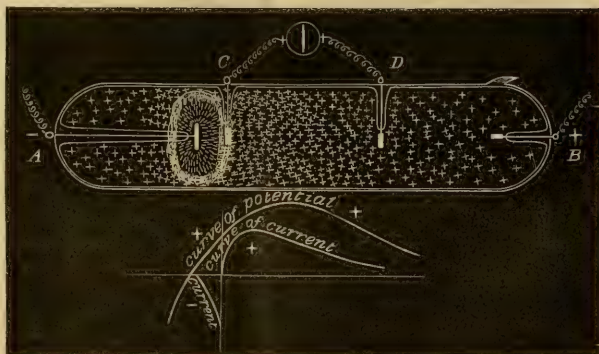


Fig. 10.

Un changement s'est produit dans les indications ; le galvanomètre indique un courant inverse de celui qu'on observait tout à l'heure. C est maintenant négatif, et D positif, mais l'électroscope à feuille d'or nous montre encore que ces deux pôles sont chargés d'électricité positive.

Dans une certaine position de l'espace obscur, quand son contour se trouve sur le pôle C, on observe un état neutre dans lequel l'électroscope à feuilles d'or indique encore de fortes charges positives, et aucun courant ne passe dans le galvanomètre. Les courbes montrent (fig. 8

comment se produisent, dans les différentes parties du tube, des courants négatifs ou positifs, tandis que la courbe des potentiels reste positive. Lorsqu'une substance, susceptible de devenir phosphorescente sous l'influence de l'électricité, est introduite dans le tube, on trouve que le point le plus lumineux se trouve sur le bord de l'espace sombre, c'est-à-dire au point où les deux armées de molécules négatives et positives se trouvent en conflit et se recombinaient. Je reviendrai sur ce phénomène à propos de la phosphorescence de l'yttria.

VIII. — MATIÈRE RADIANTE

Au moyen de ce tube (fig. 11) je puis montrer qu'un courant de particules ultra-gazeuses, ou de matière radiante, ne transporte pas un courant électrique, mais se compose d'une succession de molécules électrisées négativement, dont la répulsion électrostatique surpasse l'attraction électromagnétique, probablement parce que leur vitesse

le long du tube est inférieure à la vitesse de la lumière. Le tube possède deux électrodes négatives AA', au moyen desquelles je puis envoyer le long du tube deux courants parallèles de matière radiante qui deviennent visibles en frappant un écran de substance phosphorescente, après avoir traversé les trous d'un diaphragme en mica. La rarefaction a été poussée jusqu'à 0^{mm} 1. Je réunis un seul des pôles négatifs A à la bobine d'induction, et le courant d'induction s'allonge dans le tube de C

en D, parallèlement à l'axe. Je pourrai, de même, avec l'autre pôle, obtenir un second courant de matière radiante. Si ces courants sont comparables à des fils transportant un courant électrique, ils doivent s'attirer ; si ce sont au contraire des fils de molécules électrisées, ils doivent se repousser. Aussitôt que l'on fait passer le second courant, on voit le premier se déplacer et prendre la direction CE, montrant l'existence d'une forte répul-

sion et prouvant ainsi qu'ils n'agissent pas comme des courants électriques, mais simplement comme des corps chargés de la même électricité. Il est probable, cependant, que si la vitesse des molécules était plus grande que celle de la lumière, elles se comporteraient différemment, et que l'on observerait une attraction, comme avec des conducteurs transportant un courant.

Pour étudier l'état électrique des molécules résiduelles dans un tube fortement raréfié, tel que celui dont je me suis déjà servi, j'introduis un pôle auxiliaire ou électrode exploratrice entre les électrodes positive et négative, de façon que le courant moléculaire puisse le rencontrer. Mon intention était de

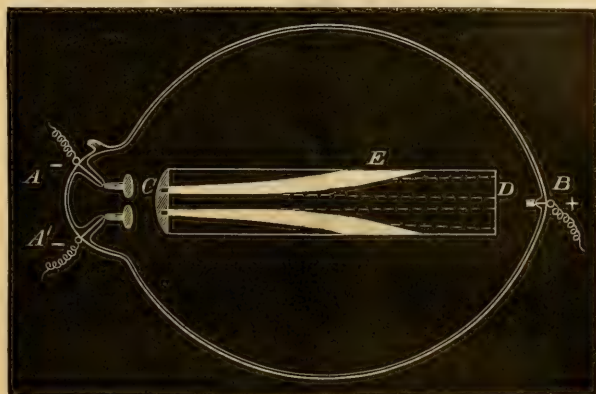


Fig. 11.



Fig. 12.

savoir si les molécules, en frappant sur un obstacle, lui abandonnent une partie de leur charge électrique. Dans cette expérience (fig. 12, $P = 0^{mm}0001$) on a trouvé que le pôle auxiliaire C, placé sur la droite joignant les pôles positif et négatif A et B, et recevant par suite la totalité des molécules parties du pôle négatif, manifeste une forte charge positive. Dans plusieurs autres expériences, faites pour décider cette question, l'électricité obtenue fut toujours trouvée positive au moyen de l'électroscope à feuilles d'or, ou de l'électromètre de Lippmann; lorsque le pôle auxiliaire fut réuni à la terre, avec interposition d'un galvanomètre, on constata l'existence d'un courant tel qu'on l'aurait obtenu si au lieu du pôle auxiliaire on avait pris le pôle cuivre d'un élément Daniell; si, au lieu d'envoyer le courant à la terre, on réunissait le fil au pôle négatif du tube, un courant plus puissant passait dans le même sens.

IX.

L'EFFET EDISON

Une expérience exactement parallèle a été effectuée par M. Edi-

son, M. Preece et le Professeur Fleming, en employant comme tube à vide une lampe à incandescence. Ils trouvèrent que, d'un pôle auxiliaire placé entre les extrémités du filament, l'électricité s'écoule comme si le pôle était le zinc d'un élément Daniell; j'ai répété leurs expériences et suis parfaitement d'accord avec eux. J'obtiens un courant puissant, d'une direction déterminée, en partant d'un pôle placé entre les extrémités d'un filament de charbon incandescent, et un courant de sens inverse, en partant d'un pôle auxiliaire placé dans un tube où la raréfaction a été poussée très loin. Ce désaccord était très embarrassant, et j'essayai, sans changer le résultat, un grand nombre de tubes, construits de différentes façons. L'électricité obtenue sur un pôle auxiliaire placé entre

les pôles négatif et positif d'un tube à gaz fortement raréfié, fut toujours fortement positive, et ce n'est que tout récemment que de nouvelles expériences sont venues éclairer ce sujet.

Quelques-uns des résultats contradictoires sont dus à ce que la raréfaction n'était pas la même dans tous les cas. Dans mes tubes à vide, la direction du courant qui se produit entre le pôle auxiliaire et la terre change du négatif au positif, lorsque la raréfaction est poussée de plus en plus loin. Si l'on suit la variation du courant, lorsque le vide se fait graduellement, on trouve un point

où la déviation du galvanomètre, qui était négative, devient nulle, montrant qu'à ce point le potentiel est égal à zéro. A ce moment, le passage de quelques gouttes de mercure dans la trompe suffit à rendre le courant positif. Ce changement se produit à une pression d'environ $0^{mm}002$.

Une fois que ce point a été atteint, lorsqu'on fait passer le courant d'induction dans le tube, les parois se chargent rapidement d'électricité positive,

probablement par le frottement du courant moléculaire contre le verre, et cette électrisation se transmet à la surface de tout objet placé à l'intérieur du tube. Je vais essayer de montrer comment cette électrisation des parois intérieures du tube agit sur le courant moléculaire aux très faibles pressions.

Dans ce tube (fig. 13, $P = 0^{mm}001$), sont fixés deux écrans phosphorescents C et D, exactement semblables. A l'extrémité de chacun d'eux est fixée une lame de mica, EE', et en face se trouve un pôle négatif AA'. L'un des écrans, C, est dans la partie cylindrique du tube et se trouve en contact avec les parois; l'autre, D, est dans la partie sphérique, et par conséquent assez éloigné des parois. Lorsqu'on fait passer le courant, on aperçoit sur l'écran

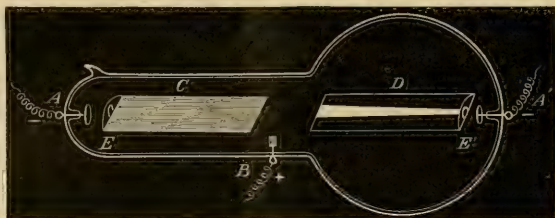


Fig. 13.

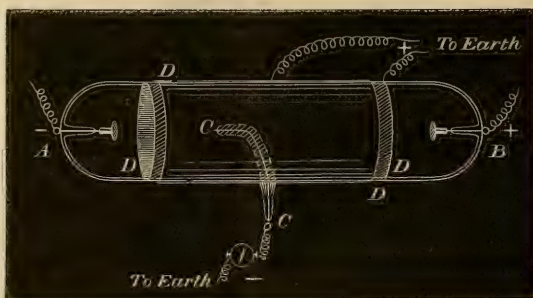


Fig. 14.

D'une bande de lumière phosphorescente, montrant que, dans cette région, les molécules suivent librement leur course rectiligne en partant du pôle négatif. Mais dans la partie cylindrique du tube, l'attraction des parois est assez forte pour disperser le courant moléculaire de façon qu'il recouvre la totalité de l'écran C et le rende phosphorescent.

Si un pôle auxiliaire CC (fig. 14, $P = 0^{\text{mm}}0001$

protégé sur toute sa surface, sauf en un point, par une épaisse couche de verre, est placé dans le centre du courant moléculaire, en face du pôle négatif A, et si la totalité des parois intérieure et extérieure du tube est recouverte de métal en communication avec la terre, de façon à éliminer l'électricité positive aussi rapidement que possible, on observe que les molécules partant du pôle négatif qui viennent rencontrer le pôle auxiliaire, transportent, dans leur déplacement, le tube une charge négative, et communiquent de l'électricité négative au pôle auxiliaire.

L'effet produit dans ce tube est intéressant, car c'est le premier qui me permit de comprendre pourquoi, dans mes expériences antérieures, j'avais toujours obtenu une charge positive sur un pôle auxiliaire placé dans le courant qui venait directement du pôle négatif. Arrivé à ce point, il était facile d'imaginer une forme d'appareil qui pût vérifier complètement la théorie, et jeter, en même temps, une vive lumière sur ce sujet. Les figures 15, 16, 17, représentent un tel tube, et sur ces figures, j'ai essayé d'indiquer l'état élec-

trique, à une extrême raréfaction, au moyen d'un certain nombre de signes + et —.

Le vide a été poussé à $0^{\text{mm}}0001$, et l'on voit que, dans le voisinage du pôle positif, et presque jusqu'au pôle négatif, le tube est fortement chargé d'électricité positive, les molécules négatives s'élançant du pôle négatif, sous forme d'un cône qui disparaît rapidement. Si un pôle auxiliaire est placé dans la

position indiquée par la figure 15, l'afflux des molécules, positives ou négatives, est à peu près le même, et aucun courant ne se produit, à travers le galvanomètre, vers la terre. Ceci constitue le point neutre. Mais si nous imaginons que le pôle auxiliaire est placé comme dans la figure 16, les molécules électrisées positivement sont en nombre beaucoup plus considérable que les molécules négatives, et l'on obtient de l'électricité positive. Enfin, si le pôle auxiliaire est placé comme dans la figure 17, ce sont les molécules négatives qui dominent, et le pôle fournira de l'électricité négative.

A mesure que la raréfaction augmente, la charge positive du tube augmente, et le point neutre se rapproche du pôle négatif, et l'on peut obtenir un degré de non-conductibilité, où l'électricité positive domine tellement qu'il est impossible de recueillir de l'électricité négative sur le pôle auxiliaire à moins de l'amener au contact du pôle négatif. C'est ce qui arrive dans le tube qui est devant vous, et je vais maintenant vous montrer le changement de direction qui se produit dans le courant, lorsqu'on déplace le pôle auxiliaire.

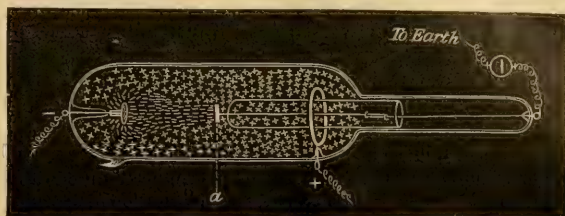


Fig. 15.

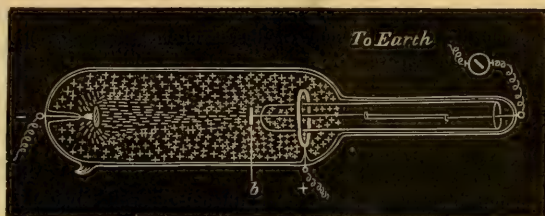


Fig. 16.

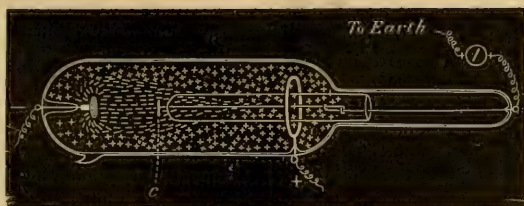


Fig. 17.

Je n'ai pu réussir, en produisant le courant « d'Edison » dans les lampes à incandescence, à obtenir ce changement de direction, même aux raréfactions les plus élevées que je puisse atteindre avec ma pompe. Le sujet demande de nouvelles recherches, et, comme les autres phénomènes résiduels, ces désaccords promettent une riche

moisson de découvertes futures aux expérimentateurs, de même que les produits résiduels de la chimie ont souvent été une source de corps nouveaux et intéressants.

(*La fin prochainement.*)

W. Crookes,
de la Société royale de Londres.

LE RÉPERTOIRE BIBLIOGRAPHIQUE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES

De toutes les branches du savoir humain ce sont peut-être les sciences mathématiques qui présentent la plus grande diversité de théories; celles-ci se sont d'ailleurs considérablement multipliées dans le siècle qui va finir. Bien que rattachées les unes aux autres par des liens parfois assez cachés dont la découverte n'est pas un des moindres attraits qui s'offrent à l'esprit du Géomètre, elles se ramifient dans des directions tellement différentes, qu'il est de toute nécessité d'établir entre elles une coordination rationnelle, propre à faciliter l'intelligence générale de la science.

Le nombre des travailleurs, et, par une conséquence forcée, celui des recueils destinés à faire connaître le fruit de leurs recherches, ne se sont pas accrus dans de moindres proportions. Les écrits mathématiques se multiplient de toute part. Ils ne sauraient évidemment tous intéresser au même degré les progrès de la science; pourtant il peut se trouver, dans le plus modeste d'entre eux, le germe de quelque idée féconde qui mérite de ne pas passer inaperçue. Or, il est matériellement impossible, même pour l'esprit le plus vaste et le mieux doué, d'embrasser une telle somme de matières. De là la nécessité d'un guide propre, le cas échéant, à permettre au chercheur d'arriver rapidement à connaître, sur un point particulier, les résultats d'ores et déjà acquis et lui fournissant à cet effet des indications bibliographiques complètes.

Ce sont ces considérations qui ont amené la Société mathématique de France à prendre l'initiative de la préparation d'un inventaire général de tous les mémoires et notes publiés depuis le commencement du siècle sur toutes les branches des sciences mathématiques, dans tous les recueils qui leur sont ouverts, ou même dans des volumes à part.

Mais ce n'était pas tout que de poser le principe d'une telle œuvre, dont l'importance ne pouvait échapper à personne: il fallait aviser aux moyens de la réaliser. Tant sous le rapport financier que sous celui de la besogne matérielle à effectuer, la

Société mathématique ne pouvait à elle seule assumer tout le poids de l'entreprise. Par bonheur on était à la veille de l'Exposition universelle; les savants de tous les pays allaient affluer à Paris pour assister à cette grande fête des sciences et des arts; l'occasion était toute trouvée de les réunir en des assises solennelles pour jeter les bases de l'œuvre projetée, en les conviant à en prendre leur part.

Cette idée trouva auprès du Pouvoir l'accueil le plus favorable et le Comité d'organisation du Congrès international de bibliographie des Sciences mathématiques fut constitué par les arrêtés ministériels des 9 novembre 1888 et 1^{er} mars 1889.

Il s'agissait de préparer la matière des délibérations de ce Congrès, en dressant un projet de classification des diverses branches des sciences mathématiques. Le Comité y pourvut, principalement par les soins de son président, M. Poincaré, et de son secrétaire, M. Humbert.

Un premier travail fut imprimé et adressé aux Géomètres de tous les pays, avec prière de l'examiner soigneusement et de le retourner ensuite avec toutes les corrections et additions jugées utiles. Les personnes auxquelles le Comité s'était ainsi adressé répondirent en grand nombre à son appel, ce qui attestait l'importance de l'œuvre, et lui fournirent les données les plus précieuses. La classification fut alors refondue pour tenir compte de ces éléments nouveaux, et amenée au point où devait la trouver le Congrès en se réunissant. Ce document n'occupait pas moins, à lui seul, d'une soixantaine de pages in-8°. Il présentait déjà, indépendamment de l'objet en vue duquel il avait été préparé, un très grand intérêt au point de vue de la philosophie de la science.

Les séances du Congrès, présidées par M. Poincaré, furent tenues au siège de la Société mathématique les 16, 17, 18 et 19 juillet 1889.

La classification proposée, examinée avec le plus grand soin, fut remaniée pour quelques détails, puis approuvée dans son ensemble. Le Congrès prit en outre un certain nombre de résolutions en vue de la réalisation de l'œuvre projetée.

Nous ne croyons pouvoir mieux faire que de les reproduire ici *in extenso*. Elles nous semblent, en effet, de nature à intéresser les savants de toute spécialité qui se trouveront peut-être amenés un jour, dans leurs domaines respectifs, à suivre l'exemple des mathématiciens ¹.

¹ 1° Il y a lieu de publier un répertoire bibliographique des sciences mathématiques, destiné à épargner aux travailleurs de longues et pénibles recherches. Ce répertoire devra contenir les titres des mémoires relatifs aux mathématiques pures et appliquées, publiés depuis 1800 jusqu'à 1889 inclusivement, ainsi que des travaux relatifs à l'histoire des mathématiques, depuis 1600 jusqu'à 1889 inclusivement. Ces titres seront classés non par noms d'auteurs, mais d'après l'ordre logique des matières.

2° Il sera publié successivement des suppléments à ce répertoire; le premier sera consacré aux travaux publiés de 1889 exclusivement à 1899 inclusivement, et les suppléments suivants, aux périodes décennales qui suivront. Dans chaque supplément, les omissions découvertes dans le répertoire ou dans les suppléments précédents seront réparées.

3° Sont exclus du répertoire les ouvrages classiques ne contenant pas de résultats originaux et destinés aux élèves des divers établissements d'instruction ou aux candidats aux divers examens. Seront pareillement exclus les mémoires publiés dans des recueils spécialement destinés à ces candidats. Cependant, comme divers recueils présentent un caractère mixte et contiennent à côté de nombreux exercices qui ne peuvent être utiles qu'aux étudiants, quelques travaux originaux, ces derniers travaux seront mentionnés dans le répertoire, après que le triage en aura été fait par l'Administration de ces recueils et que la Commission permanente instituée par la dixième résolution aura émis un avis favorable.

4° Les travaux relatifs aux mathématiques appliquées ne devront être mentionnés au répertoire que s'ils intéressent les progrès des mathématiques pures. Les travaux relatifs à l'astronomie, déjà mentionnés dans la bibliographie de MM. Houzeau et Lancaster, sont exclus du répertoire.

5° Le Congrès adopte pour le répertoire la classification proposée par son Comité d'organisation avec les modifications votées dans les séances des 17 et 18 juillet 1889. Les divers titres mentionnés seront répartis en un certain nombre de classes subdivisées en sous-classes, divisions, sections et sous-sections. Les classes seront désignées par une lettre capitale : elles pourront être subdivisées en sous-classes désignées par une lettre capitale affectée d'un exposant. Les classes ou sous-classes se subdiviseront en divisions désignées par un chiffre arabe, et celle-ci en sections désignées par une minuscule latine, lesquelles peuvent elles-même être partagées en sous-sections représentées par une minuscule grecque. Ainsi la sous-section α de la section b faisant partie de la division 3 de la sous-classe L^1 serait notée ainsi dans son encadrement rectangulaire :

$L^1 3 b \alpha$

6° Les titres des travaux écrits en d'autres langues que l'allemand, l'anglais, l'italien, l'espagnol, le latin, seront suivis de leur traduction française.

7° Attendu qu'il pourrait arriver que, pour une raison quelconque, un savant crût devoir adopter un mode différent de classification, le Congrès émet le vœu que ce savant emploie une notation qui ne puisse être confondue avec celle décrite dans la cinquième résolution et évite, en tout cas, l'emploi de l'encadrement rectangulaire figuré ci-dessus.

8° Attendu que le travail du répertoire demandera encore plusieurs années et qu'il importe de fournir aux chercheurs de nouveaux instruments dans le plus bref délai possible, le Congrès émet le vœu que les divers recueils périodiques consacrés aux mathématiques publient une table générale des matières contenues dans leurs volumes, en se conformant à la classification adoptée plus haut. Le Congrès sera très reconnaissant aux administrateurs de ces recueils de vouloir

Ajouter tout de suite que, par application d'une des clauses de la 10^e résolution, la Commission permanente a appelé depuis lors, dans son sein, une délégation de la Société mathématique qu'il était juste, comme ayant eu l'initiative de la publication du répertoire, d'inviter à suivre officiellement les opérations que comporteront celle-ci. Cette délégation a été composée, en outre du Président de la Société en exercice, de MM. Laisant, Fouré, Raffy et Kœnigs. Plusieurs savants étrangers MM. Craig, Le Paige, Schoule ont également été introduits dans la Commission.

On aura sans doute remarqué que parmi les points auxquels s'est attaché le Congrès ne figure pas la question des moyens financiers. Elle est pourtant d'importance, le nerf de la guerre étant aussi celui des entreprises scientifiques. Mais elle avait été réservée comme se rattachant à la catégorie des mesures d'exécution sur lesquelles la Commission permanente aurait à statuer.

Les premières dépenses avaient généreusement été couvertes par la Société mathématique; mais celle-ci était tenue de mettre un terme à ses sacrifices. Il s'agissait de trouver une autre caisse prête à s'ouvrir pour les besoins du répertoire. L'embaras de la Commission fut de courte durée. Le Président en exercice de la Société mathématique, M. Haton de la Goupillière, en sa qualité de membre du Comité des travaux historiques et scientifiques, plaida chaleureusement auprès de celle-ci la cause du répertoire. M. Darboux invita à présenter des con-

bien, dans la plus grande mesure possible, prêter pour ce classement leurs concours à la Commission permanente.

9° Afin de faciliter l'établissement des suppléments consacrés aux travaux postérieurs à 1889, le Congrès émet le vœu que chaque auteur fasse suivre le titre de son mémoire de la notation définie dans la cinquième résolution; que si l'auteur a négligé de le faire, les administrateurs des divers recueils périodiques, ou, à leur défaut, les rédacteurs des recueils analytiques qui rendront compte de ces travaux, veuillent bien se charger de ce soin.

10° Il est institué une Commission permanente qui veillera à l'exécution des résolutions précédentes. Elle est composée de membres français : MM. Poincaré, Désiré André, Humbert, d'Ocagne, Charles Henry; membres étrangers : MM. Catalan, Bierners de Haan, Glaisher, Gomes Teixeira, Holst, Valentin, Emil Weyr, Guccia, Eneström, Gram, Liguine, Stephanos. Le siège de la Commission permanente est à Paris, où devront résider le président et le secrétaire. Si des vacances se produisent dans son sein, la Commission se complètera par cooptation; elle est également autorisée à s'adjoindre de nouveaux membres en nombre quelconque. Elle statuera au sujet des additions à la classification adoptée que les progrès de la science pourraient rendre nécessaires, et au sujet des difficultés que soulèverait l'interprétation des résolutions précédentes. Dans le cas où, pour une raison quelconque, une entente nouvelle entre les mathématiciens des divers pays lui semblerait nécessaire, la Commission organiserait un nouveau Congrès international, soit à Paris, soit dans toute autre ville d'Europe.

11° Le Congrès émet le vœu que, tant en France qu'à l'étranger, les divers journaux mathématiques donnent la plus grande publicité possible aux présentes résolutions et aux décisions futures de la Commission permanente.

clusions sur la question fit un rapport entièrement favorable dont les considérants constituent assurément l'encouragement le plus flatteur qui puisse stimuler le zèle des collaborateurs du répertoire, et sur sa proposition, le subside demandé fut accordé.

Rien ne manque donc plus à la mise à exécution du projet dont l'idée est née à la Société mathématique de France. Les savants dont la bonne volonté a été dès la première heure acquise à

l'œuvre, se sont attelés courageusement à la besogne. Le dépouillement des recueils mathématiques de toutes les langues avance rapidement, et avant qu'il soit longtemps, les Géomètres se trouveront en possession d'un des plus utiles instruments de travail dont ils puissent avoir à disposer. Nous ne manquerons pas de signaler son apparition aux lecteurs de la Revue.

Maurice d'Ocagne,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

REVUE ANNUELLE D'HYGIÈNE

Rousseau disait de l'Hygiène qu'elle est moins une science qu'une vertu. Pour lui, comme pour beaucoup de ses contemporains, l'art de se préserver de la maladie était en quelque sorte facultatif, principalement fondé sur la tempérance et la sagesse. Les grands fléaux qui avaient désolé l'Antiquité et le Moyen-Age, depuis longtemps étaient passés. On avait oublié la nécessité de la défense collective qu'ils avaient imposée aux hommes, les travaux gigantesques de la civilisation romaine, les mesures draconiennes du Moyen-Age contre les pestes et les épidémies. Il semblait que, pour maintenir à l'état sain un corps bien constitué, il eût suffi à chacun de nous de connaître sa propre organisation et d'en respecter les exigences. C'est ainsi que jusqu'à nos jours l'Hygiène est arrivée à ne plus guère comprendre que des préceptes d'ordre individuel.

La révolution biologique accomplie par Pasteur a singulièrement élargi cette conception. Nous savons aujourd'hui qu'un très grand nombre de maladies sont causées par des parasites microbiens susceptibles, pour la plupart, d'évoluer tantôt dans le milieu physique qui nous entoure, tantôt dans le corps des animaux, peut-être aussi chez les plantes. Contre de tels fléaux l'individu est impuissant à se prémunir; c'est à la Société qu'il appartient de le combattre.

Pour les détruire ou s'opposer à leur envahissement, il convient de rechercher leur origine, de déterminer leurs conditions d'existence, leur mode d'introduction dans l'économie, les circonstances qui s'opposent à leur développement. C'est un appel non plus à la seule connaissance du corps humain, considéré isolément dans la Nature, mais à la Biologie tout entière.

Nous allons essayer d'indiquer les progrès principaux qu'a réalisés, en ces derniers temps et surtout depuis un an dans le domaine de l'Hygiène, cette science précise des biologistes. Les pouvoirs publics ont mis à profit les découvertes de ces savants pour prendre des mesures d'intérêt général, sur les-

quelles nous devons aussi attirer l'attention de nos lecteurs¹. Pour la commodité de l'exposition, nous les considérerons successivement aux points de vue international, national, local et individuel.

I. — CHOLÉRA ET GRIPPE

Parmi les maladies à grande extension, qui ne sont qu'épidémiques dans nos pays, il faut surtout citer le choléra et la grippe :

La soudaine apparition du choléra en Espagne pendant l'été 1890 a ramené l'attention des hygiénistes sur l'étiologie et la prophylaxie de cette maladie.

Son contagion est très probablement le *bacille-virgule*, trouvé par Koch en 1884 dans l'intestin des cholériques. Que devient ce microbe quand l'épidémie a disparu? Peut-il la faire renaître longtemps après s'être conservé soit dans le sol à l'état inerte de spore, soit dans l'eau ou le corps de quelque animal à l'état actif de bacille? Cette question se posait l'an dernier : le choléra avait en effet ravagé l'Espagne en 1883 et depuis lors aucun cas d'importation du fléau n'avait pu être signalé à l'intérieur de la péninsule. Le Dr Colvée² s'est livré à ce sujet à une intéressante enquête : relevant les dates et lieux des décès, il a pu retrouver la marche que l'épidémie avait suivie dans la province de Valence. Cette étude l'a conduit à affirmer l'importation récente du fléau. Il nous semble cependant que cette conclusion ne s'impose pas, l'auteur lui-même déclarant ignorer la voie d'introduction du germe cholérique en Espagne³.

Le danger dont cette épidémie menaçait la

¹ Nous nous abstenons de traiter certaines questions d'hygiène auxquelles, vu leur importance, la *Revue* consacrerait dans le courant de 1891 des articles spéciaux.

² Dr Colvée (de Valence). Le choléra dans la province de Valence, *Médecine moderne*, t. I, p. 705 et 918, 1890.

³ D'après certains médecins, il paraîtrait que, depuis l'épidémie de 1885, des cas sporadiques se seraient manifestés à Riga de Puebla à la suite de terrassements en des lieux où avaient été jetés en 1885 des déjections de cholériques.

France a été conjuré, grâce, sans doute, à l'intelligente prophylaxie instituée par notre Gouvernement. Autrefois les différentes nations établissaient, en cas de choléra, des cordons sanitaires destinés à maintenir absolument en dehors des frontières les voyageurs venant des pays infestés. Les besoins du commerce, l'état de nos mœurs et la multiplicité des voies de communication ont rendu cette interdiction de passage impraticable ou illusoire.

De tous les étrangers contaminés les plus dangereux sont précisément ceux qui s'introduisent en fraude, car, l'Administration ignorant leur résidence, le mal qu'ils propagent se répand sans que personne, au début, essaie de l'enrayer.

C'est pourquoi les hygiénistes ont pensé qu'au lieu d'imposer à la frontière des quarantaines que le voyageur a toujours intérêt à éluder, il valait mieux le laisser passer, à la condition d'obtenir de lui la déclaration de son lieu de résidence et de l'y soumettre pendant quelque temps à l'observation d'un médecin¹. Les règlements que l'Administration a édictés pour assurer cette inspection, obligent l'autorité municipale à la faire faire. Nos lecteurs se rappellent peut-être le cas d'un magistrat municipal qui fut, l'été dernier, suspendu de ses fonctions pendant 15 jours pour avoir négligé de faire visiter par un médecin un étranger venu d'Espagne et récemment installé dans sa commune. En vérité la peine est légère, si l'on songe aux terribles conséquences qui eussent pu résulter de cette infraction au règlement. Souhaitons que nos lois sanitaires édictent une sanction plus sévère, proportionnée à l'importance des pouvoirs dont les maires sont armés et à la responsabilité qu'ils acceptent.

L'examen médical, quotidien pendant les premiers jours de la résidence, a été une innovation importante, car il est relativement facile d'étouffer en quelque sorte dans l'œuf une épidémie, et à peu près impossible de la maîtriser lorsqu'on l'a laissée irradier de tous côtés. Il semble donc que le cordon sanitaire soit appelé à disparaître de nos mœurs, et qu'on doive lui substituer une période d'isolement avec désinfection, s'il y a lieu.

Une autre mesure de grande efficacité et tout à fait nouvelle a consisté dans l'emploi d'étuves à vapeur pour désinfecter le linge, les habits, les objets suspects de contamination. Dès 1868 Pasteur en avait indiqué l'utilité : il avait découvert deux faits importants :

1° Le degré de chaleur nécessaire pour tuer une spore desséchée est très supérieur à la température requise pour tuer, en milieu humide, la spore de même espèce ;

2° Certaines spores résistent quelque temps à l'ébullition de l'eau sous la pression normale. Toutes au contraire sont rapidement détruites par la vapeur à 140°, souvent même à 120°.

L'autoclave, sorte de marmite de Papin, que Chamberland a fait construire d'après ce principe, pour réaliser une prompte et complète stérilisation, se trouve aujourd'hui dans tous les laboratoires. La vapeur y est employée sous pression et portée à une température qui peut atteindre 150°.

En France ce mode de stérilisation n'a cessé d'être considéré comme absolument efficace. Mais en Allemagne on s'en défiait depuis que Koch, Gaffky et Loeffler, en 1881, avaient annoncé l'avoir pris en défaut. Leurs assertions à ce sujet reposaient sur une erreur, qui n'a été relevée que l'an dernier : ils n'avaient pas complètement chassé l'air de l'autoclave. Straus¹ en France, Rohrbeck² en Allemagne, ont fait à ce sujet, en 1890, une série d'études critiques fort intéressantes. Indépendamment l'un de l'autre ils ont prouvé que les appareils à vapeur sous pression (Geneste et Herscher, Washington-Lyon, Leblanc-Overbeck) donnent une stérilisation plus rapide et plus certaine que les appareils (Henneberg, Flugge) qui emploient le courant continu de vapeur à 100°. Quant aux étuves à air sec, installées à grands frais dans nos hôpitaux il y a quelques années, elles ne donnent qu'une sécurité illusoire et doivent être rejetées.

C'est pourquoi, sur l'avis du Conseil d'Hygiène, l'Administration a prescrit l'emploi des systèmes sous pression, pour stériliser à la frontière franco-espagnole les vêtements des voyageurs. Bien que cette désinfection n'ait pu porter sur la totalité de leurs effets, il est très probable qu'elle a contribué à la préservation de notre pays.

Aucune mesure de ce genre n'a pu être prise contre l'épidémie de grippe (*Influenza*) qui s'est étendue l'hiver précédent sur toute l'Europe. Quoique cette maladie ait été l'objet de nombreux travaux, dont plusieurs ont été exposés ici même³, la microbie n'a encore conduit qu'à éclairer le mécanisme de ses complications. L'étiologie presque tout entière est à faire.

Les seules observations nouvelles qu'il nous paraît utile de signaler sont relatives à la question, souvent controversée, des rapports de la grippe et de la fièvre dengue, si répandue en Orient.

¹ IS. STRAUS, De la stérilisation et de la désinfection par la chaleur, *Arch. de Méd. experim.* 1^{er} mars 1890.

² ROHRBECK, Zur Lösung der Desinfektionsfrage mit Wasserdampf, *Gesundheit-Ingenieur*, 1890.

³ Sur ce sujet, voyez notamment dans la *Revue* du 30 décembre 1890, page 753, la *Revue annuelle de médecine* de notre collaborateur le Dr De Lavarenne.

¹ Voyez à ce sujet : D^r Charrin : le Choléra en Espagne et les mesures prophylactiques, dans la *Revue* du 30 juillet 1890, t. I, p. 441.

De Brun, professeur à l'Ecole de Médecine de Beyrouth, qui a plusieurs fois eu l'occasion de les comparer, a bien voulu nous communiquer les résultats de cette étude. Voici, d'après lui, quelles sont, au point de vue clinique, les ressemblances et les différences des deux maladies :

1° *Ressemblances* : Invasion brusque, rapide élévation de température, courbature, douleurs musculaires, céphalalgie.

2° *Différences* : La courbature et la sensation d'anéantissement, capitaux dans la dengue, ne sont que de second ordre dans la grippe. — L'éruption, parfois oedémateuse ou érythémateuse, mais toujours passagère dans la première de ces maladies, se montre, au contraire, dans la seconde, franche, active et remarquable par ce fait qu'elle est suivie de desquamation et de démanagements. — Dans la grippe les douleurs commencent par un point de côté, s'accroissent souvent dans la région rétrosternale avec sensation d'oppression, tandis que dans la dengue elles apparaissent d'emblée beaucoup plus étendues. — En outre la dengue est caractérisée par une convalescence beaucoup plus longue, avec prostration et inappétence absolue. — Jamais la toux, si fréquente dans la grippe, ne s'y observe. — Quant aux complications et au pronostic, la dengue est essentiellement bénigne, pouvant toucher des centaines de milliers d'individus sans tuer personne ; on sait qu'il en est tout autrement de la grippe.

Pour ces raisons de Brun conclut à une différence spécifique, profonde, absolue entre la grippe et la dengue, ne permettant pas de considérer la grippe comme une dengue modifiée. « Quand la grippe, retour d'Europe, nous est parvenue en Syrie, remarque-t-il, la température à Beyrouth pendant toute la durée de la maladie a oscillé autour de $+14^{\circ}$ C, et n'est jamais descendue au-dessous de $+9^{\circ}$, et cependant les formes de la maladie et ses complications ont été absolument semblables à ce qu'on les avait observées en Europe par les froids de l'hiver précédent. » L'origine et le mode d'extension des deux épidémies sont aussi très différents : « Tandis que la grippe, naissant souvent des régions circumpolaires, s'étend deux ou trois fois par siècle avec une rapidité souvent inexplicable pour couvrir en peu de temps d'immenses étendues de territoire et parfois s'étendre sur toutes les terres des deux Continents, la dengue, au contraire, gagnant chaque année du terrain, s'installe définitivement dans les pays une première fois visités, à mesure qu'elle a pu s'acclimater dans des zones plus tempérées. — La première est une maladie capable de sévir en toute saison, mais aimant particulièrement l'hiver ; la seconde est une affection des pays chauds, à la-

quelle le froid a toujours opposé jusqu'à présent une barrière infranchissable ¹. »

Ces intéressantes remarques ne sont que le point de départ des recherches variées qui restent à effectuer pour découvrir l'agent spécifique de l'épidémie et mettre les différentes nations en situation de s'en préserver mutuellement.

II. — VARIOLE

Dans les limites mêmes de chaque État la lutte contre les infections endémiques est toujours difficile à organiser. L'histoire de la variole en atteste cependant l'efficacité. En France, l'application, de plus en plus répandue, de la prophylaxie d'usage, a continué de réduire la fréquence de cette maladie. Elle est en décroissance marquée dans la population ouvrière de Paris, comme le montrent les chiffres suivants, relatifs aux varioleux admis depuis quatre ans dans les hôpitaux de la Capitale ² :

1887	1.496 admissions	215 décès
1888	1.079 —	152 —
1889	706 —	63 —
1890	353 —	37 —

Dans nos colonies au contraire le fléau sévit avec une intensité désolante. Plusieurs médecins résidents, Prengrebec ³, Dicquemare ⁴, Dupard ⁵, Hublé ⁶, Henri Girard ⁷, Hocquard ⁸, Paul Gouzien ⁹, Léon Canolle et Pujol ¹⁰, ont présenté à l'Académie de Médecine d'importantes études sur les ravages et la prophylaxie de la variole en ces pays. Hervieux résume ainsi les conclusions de leurs travaux :

« 1° La variole règne à l'état endémique et épidémique dans la plupart de nos colonies : l'Algérie, la Tunisie, le Sénégal, les îles de la Réunion, de Madagascar et de Nossi-Bé, la Cochinchine et le Tonkin.

« 2° Ces endémies et ces épidémies ne sont pas seulement une source d'infirmités pour les indigènes et une cause de dépopulation pour le pays. Elles constituent un danger permanent pour les

¹ Communication manuscrite du P^r de Brun.

² Ces chiffres ont été cités par le P^r Léon Lefort à l'Académie de Médecine, dans la séance du 13 janvier 1891 ; page 37 du *Bulletin*.

³ PRENGREBEC, De la variolisation chez les indigènes de l'Algérie.

⁴ DICQUEMARE, Communication analysée à l'Académie de Médecine, dans la séance du 13 février 1891.

⁵ DUPARD, Relation de deux épidémies de variole... analysée à l'Académie de médecine dans la séance du 13 février 1890.

⁶ HUBLÉ, Mémoire sur les vaccinations et revaccinations pratiquées en Algérie et en Tunisie, de 1888 à 1890.

⁷ HENRI GIRARD, Variole et vaccine au Sénégal (1889).

⁸ HOCQUARD, Rapport à l'Académie de Médecine en 1887.

⁹ Ce travail a été analysé à l'Académie de Médecine dans sa séance du 13 février 1890.

¹⁰ LÉON CANOLLE et PUJOL, Rapport sur l'épidémie varioleuse qui a régné à Nossi-Bé, du 20 octobre 1886 au 20 juin 1888.

Européens établis dans ces contrées; elles y jettent le trouble dans les relations commerciales et compromettent ainsi la prospérité de chaque colonie. »

3° La résistance des indigènes à la pratique de l'inoculation vaccinale et de certaines mesures hygiéniques provient surtout d'un sentiment de défiance à l'égard de tout ce qui leur vient de l'étranger.

« 4° L'expérience a démontré que, dans les colonies, l'inoculation vaccinale n'est facilement acceptée par les indigènes qu'autant qu'elle a été préalablement imposée *manu militari*. »

5° Pour échapper à la vaccination, les indigènes recourent à des subterfuges, « les uns se dérochant par la fuite, comme les Malgaches; les autres détruisant les pustules vaccinales à l'aide de la chaux ou d'un extrait de papayer, comme les Annamites »; etc., etc.

Aussi Hervieux déclare-t-il que « la vaccination obligatoire, si obstinément et si unanimement réclamée par tous les médecins de l'armée et de la marine, est le seul moyen efficace de triompher de toutes les résistances et d'affranchir nos colonies du fléau variolique ¹ ».

Cette importante question de l'obligation de la vaccine n'intéresse pas seulement nos colonies: elle se pose partout où la maladie peut exercer ses ravages. L'Académie de Médecine vient de lui consacrer une longue discussion: en général le bienfait de la vaccine n'y a point été contesté; mais deux opinions se sont produites quant au droit de l'imposer par une loi: Lefort et Lagneau ² ont exprimé la crainte d'attenter ainsi à la liberté individuelle. Lefort a soutenu en outre que la vaccine est le moins efficace des procédés préventifs, très inférieure à l'isolement et « impuissante à empêcher les épidémies de variole ³ ». Brouardel, Proust et Colin ont combattu cette opinion, montrant que la « toute-puissance presque absolue de la vaccine contre le mal ressort: 1° de la « rareté de la variole dans les groupes soigneusement vaccinés »; 2° de ce fait que les épidémies sont arrêtées par les vaccinations en masse ⁴. Au contraire l'expérience a établi que les mesures d'isolement sont insuffisantes, qu'il est difficile, presque impossible de les appliquer en temps d'épidémie. L'apport du germe ne pouvant être complètement empêché, il est nécessaire de rendre réfractaire à son développement le terrain où il

risque d'être introduit ⁵. Dans une société civilisée où personne ne devrait avoir le droit de constituer un danger pour ses semblables, l'obligation de la vaccine ne serait donc discutable que si l'inoculation pouvait conférer quelquefois des infections, par exemple la tuberculose et la syphilis. Mais il y a, suivant Brouardel ⁶, toute sécurité à cet égard, à la condition d'observer les précautions aujourd'hui bien connues, que réclament le choix de l'animal vaccinifère et le mode d'inoculation.

Remarquons qu'à ce dernier point de vue il importerait d'accorder quelque attention au vaccin de chèvre, préconisé l'an dernier par Conneux et Dubuisson. D'après Hervieux, qui a consacré un intéressant rapport aux observations de ces médecins, le vaccin de la chèvre vaudrait celui de la génisse ⁷. On peut ajouter qu'il offrirait l'énorme avantage de provenir d'un animal réfractaire à la tuberculose.

Ce n'est pas seulement la vaccination, mais aussi la revaccination, que réclame aujourd'hui avec ardeur la grande majorité des hygiénistes. Depuis que le service militaire s'impose à tous les Français, les revaccinations sont devenues chez nous assez nombreuses; cependant elles n'ont encore porté que sur la moitié de la population. A Paris le maire du XIII^e arrondissement, M. Thomas, s'est efforcé de les propager: dans toutes les écoles de son ressort les enfants âgés de 10 ans ont été revaccinés ⁸. Il faut souhaiter que les autorités municipales suivent son exemple. Les résistances des parents sont loin d'être aussi nombreuses qu'on pourrait le croire. Dans le XIII^e arrondissement, où 900 enfants ont été revaccinés, le Dr Mangelot n'a trouvé que 2 parents réfractaires à cette mesure prophylactique ⁹.

Le Conseil supérieur de l'Instruction publique a tenu à l'imposer à tous les étudiants en médecine arrivant à l'École ou déjà en cours d'instruction. Nous regrettons que cette prescription ne s'étende pas aux autres étudiants.

Un curieux travail du Dr Goldschmidt ⁶, paru

¹ PROUST, sur la vaccination obligatoire et la prophylaxie de la variole, *Acad. de Méd.*, 20 janvier 91.

² BROUARDEL même sujet, *ibidem*, 3 mars 91, page 347 du Bulletin.

³ HERVIEUX, Du vaccin de chèvre, *Bull. de l'Acad. de Médecine* séance du 20 mai 1890.

⁴ Le règlement des écoles primaires, modifié par l'arrêté municipal du 29 décembre 1888, prescrit ainsi cette revaccination: « Lorsque l'enfant a atteint sa dixième année, il doit, pour être admis ou maintenu à l'École, être revacciné par le médecin attaché à l'établissement. »

⁵ Dr MANGENOT, Sur la revaccination obligatoire, *Société de Médecine publique*, et *Revue d'Hygiène*, juillet, octobre, décembre 1890.

⁶ GOLDSCHMIDT, Vaccine obligatoire et vaccine animale, in *Revue de médecine*, 10 avril 1890, page 315.

¹ HERVIEUX, La vaccine obligatoire et la question des résistances, *Académie de Médecine*, séance du 13 janvier 1891.

² Séances des 10 février et 13 janvier 91.

³ LÉON COLIN, 13 janvier 91, page 69 du Bulletin.

⁴ LÉON COLIN. Sur la vaccination, *Acad. de Méd.*, séance du 13 février 91.

en 1890, sur la nécessité de la revaccination montre bien l'urgence absolue de dispositions légales à ce sujet. L'auteur y relève les décès par variole en Allemagne depuis 1875, époque à partir de laquelle la revaccination est devenue obligatoire en ce pays, et il en compare le nombre à celui des décès varioliques antérieurs à cette date. Avant l'obligation, la moyenne annuelle de ces décès était en Prusse de 34 sur 100.000 habitants. Sous l'influence de la loi, ce chiffre est tombé à 2,25, et en Bavière à 1,1. Goldschmidt fait observer qu'en 1886, alors que Marseille comptait 2.051 décès de varioleux, soit 543 pour 100.000 habitants, il n'y avait qu'un seul décès de ce genre à Berlin. En Alsace, la variole a presque disparu depuis l'application de la loi.

Remarquons que même en Allemagne on rencontre encore de nombreux insoumis; près de 10 % arrivent à l'âge de 12 ans sans être vaccinés; mais bien peu (3,5 %) échappent alors à la nouvelle série de vaccinations. Aussi les décès d'enfants d'un à trois ans interviennent-ils pour près de moitié dans la mortalité par variole en 1887.

D'après les dépenses faites en Belgique et en Allemagne, une première mise de fonds de 75.000 francs et une dépense annuelle de 260.000 francs suffiraient pour assurer en France le service de la revaccination ¹. Il serait, croyons-nous, difficile de trouver, pour l'argent de l'État, un placement plus productif : à Paris, la mortalité par variole, même dans les années favorables, dépasse 150 décès.

III. — TUBERCULOSE

Plus encore que de la variole, l'hygiène nationale doit se préoccuper de la tuberculose, infiniment plus répandue dans la société française.

Le commencement de 1890 a vu finir la grande discussion à l'Académie de Médecine sur la prophylaxie de cette maladie. La même année s'est terminée par la nouvelle que le Dr Koch avait trouvé le moyen de la guérir. La Société d'Hygiène de Berlin, qui projetait alors d'édifier des hôpitaux spéciaux pour les phthisiques, déclara, dans un élan d'enthousiasme fort exagéré, qu'en présence de la grande découverte du Dr Koch, il n'y avait plus lieu de songer à cette création, la tuberculose étant appelée à disparaître à bref délai. Il a fallu en rabattre sur l'efficacité du remède proposé par l'éminent bactériologiste. L'innocuité même de son traitement est encore loin d'être établie. Aussi toutes les questions soulevées tant à l'Académie de Médecine que dans les autres sociétés françaises et étrangères touchant l'étiologie et la prophylaxie

de la tuberculose, conservent-elles encore leur actualité. Nous n'indiquerons que les parties les plus neuves de ces intéressantes discussions.

Le caractère transmissible de la tuberculose, établi en 1868 par Villemin, la nature animée du contagion, démontrée en 1882 par Koch, sont aujourd'hui hors de doute. La connaissance de ces faits permet déjà de prendre contre la maladie d'importantes mesures préventives. Verneuil et Villemin, chargés par le Congrès de 1889 ¹ de formuler à ce sujet des *Instructions* à l'usage du public, soumirent leur rédaction à l'Académie de Médecine. Elle y souleva de longs débats. Leroy de Méricourt, Hardy et Jaccoud exprimèrent la crainte que la promulgation solennelle des dangers de la contagion effrayât l'entourage des tuberculeux et mit ces malheureux dans une situation analogue à celle que la Société faisait jadis aux lépreux. Cette considération sentimentale fut combattue par Verneuil, le regretté Trélat, Vallin et Ollivier, et finalement l'Académie adopta, à l'unanimité moins 2 voix, la proposition du Dr Bergeron de signaler au public les conditions, actuellement connues, de la contagion ². Voici les principales :

L'agent spécifique de la tuberculose, — *Bacille de Koch*, se trouve en abondance dans les crachats des phthisiques pulmonaires : il faut éviter que ces matières se dessèchent, car c'est alors que les bacilles expectorés sont transportés par l'air. Les expériences de Gerlach sur divers animaux ont prouvé que l'inhalation du bacille spécifique produit la tuberculose des voies respiratoires. Il est donc nécessaire de le détruire. Dans les *Instructions* il est recommandé d'employer dans ce but l'eau bouillante ou les antiseptiques. — L'Académie prescrit aussi de ne point coucher dans le lit d'un tuberculeux, de ne point habiter sa chambre; elle a émis le vœu que dans les stations hivernales les chambres occupées par les phthisiques fussent désinfectées après le départ des malades. Enfin elle a insisté sur la contagion par les viandes ou le lait provenant d'animaux tuberculeux.

Les travaux bien connus de Galtier, les recherches plus nouvelles de Bang ³, enfin les récentes expériences de Heim ont montré que le

¹ Congrès pour l'étude de la Tuberculose, tenu à Paris en 1889.

² Les adversaires des *Instructions* prétendaient que le but pouvait être atteint par le médecin traitant, capable d'obtenir des familles l'application des mesures prophylactiques sans effrayer le malade et son entourage. Cette action salutaire du médecin est possible dans certaines familles aisées qui réclament fréquemment ses soins; mais que devient-elle chez les pauvres, qui ne voient guère le médecin qu'à la consultation hospitalière, ou, forcés de garder le lit, ne le demandant qu'après être devenus depuis longtemps des foyers de contagion?

³ BANG. Communication au Congrès pour l'étude de la tuberculose. Comptes-rendus du Congrès de 1889.

¹ GOLDSCHMIDT, *Ibidem*.

bacille de la tuberculose, comme les microbes du choléra et du « typhus abdominal, »¹ peuvent conserver leur virulence dans le lait pendant un temps variable compris dans les limites où ce produit alimentaire est utilisé, c'est-à-dire plus de trois jours. Remarquons toutefois que, d'après certaines expériences de Gebhart², la dilution très grande du bacille de Koch dans le lait l'y rendrait presque inoffensif. C'est ainsi que du lait, recueilli directement du pis sain d'une vache tuberculeuse et qui donnait par inoculation la tuberculose, restait sans effet quand il était étendu de quarante fois son volume d'eau ou de lait sain.

On peut craindre que cette dilution réparatrice n'ait pas toujours lieu, surtout à Paris, où quantité de crémères sont exclusivement alimentées par les *vacheries industrielles* de la banlieue. Dans ces écuries insalubres où les animaux sont entassés, ne prennent aucun exercice, respirent un air insuffisamment renouvelé et sont, en général, mal nourris, la tuberculose est très répandue. Veyssière, inspecteur des abattoirs de la ville de Rouen, signalait l'an dernier au Conseil central d'Hygiène la nécessité de soumettre ces établissements à des inspections périodiques pour y constater l'état des sujets. Il citait dans son rapport³ une vacherie annexée à un couvent, vacherie qui fournit une grande quantité de lait à Rouen et où la tuberculose est endémique, ainsi que le prouve l'état des animaux qu'elle envoie à l'abattoir. Alors même d'ailleurs que les vaches offrent toute l'apparence d'une santé parfaite, elles peuvent, suivant la remarque récente de Nocard, être tuberculeuses, engendrer des produits tuberculeux et donner du lait contaminé.

On doit suspecter non seulement le lait de ces animaux, mais aussi le beurre, peut-être même les divers fromages qui en dérivent. Tous ces produits paraissent susceptibles de constituer d'excellents véhicules du bacille de Koch. Duclaux, dans la critique qu'il a consacrée aux travaux sur ce sujet⁴, a fait observer que les expériences probantes font encore défaut. Dans le doute il se range à l'opinion de l'Académie de Médecine qui signale le danger du lait contaminé et conseille de le faire bouillir.

Ces idées sur la contagion ont déjà reçu une sanction pratique. Sous l'inspiration de Panum il s'est formé à Copenhague, à Stockholm et dans plusieurs autres villes scandinaves, des sociétés pour l'achat du lait qui imposent à leurs vendeurs de se soumettre aux visites et expertises de leurs délégués.

Observées dans leur ensemble, ces mesures paraissent appelées à réduire dans une proportion énorme la diffusion de la tuberculose. Mais le rôle de l'Hygiène n'est pas seulement de s'opposer à la contagion : elle doit intervenir aussi dans le traitement de la maladie déclarée. Les enfants notamment réclament sous ce rapport des soins particuliers.

Parmi les traitements hygiéniques de la tuberculose, principalement de la tuberculose ganglionnaire et osseuse, si fréquente dans le jeune âge, on a depuis longtemps, mais surtout en ces dernières années, préconisé le traitement marin. C'est pour permettre aux indigents d'en bénéficier que la ville de Paris a créé l'hôpital de Berck. L'œuvre nationale des hôpitaux marins de France, organisée et mise par l'Administration sous la haute direction du savant secrétaire perpétuel de l'Académie de Médecine, le Dr Jules Bergeron, a augmenté cette année le nombre de ses lits aux *sanatoria* de Banyuls, d'Arcachon et de Pen-Bron (près du Croisic). Cependant Iscovesco a récemment contesté les espérances fondées sur ce traitement⁵. Il a rapporté un certain nombre d'observations d'après lesquelles la mer aurait joué un rôle absolument déplorable dans l'évolution des lésions tuberculeuses. Les abcès froids, les gommes ne seraient pas améliorés. Il dit bien que le rachitisme subit une modification heureuse, mais on voit aujourd'hui dans cette affection une modification de la nutrition. Ses affirmations contredisent donc l'opinion accréditée depuis près de 30 ans par les observations du Dr Rochard, que n'ont cessé d'affirmer les travaux de Casin, Armengaud, Gibert, Vidal, Van Merris. En Italie où l'organisation des hôpitaux marins se poursuit avec une grande activité, les médecins sont unanimes à les recommander aux scrofuleux, à tous les malades atteints de tuberculose ganglionnaire. On ne saurait donc accueillir qu'à titre d'incitation à de nouvelles observations les conclusions d'Iscovesco. Du reste l'Assistance publique ayant récemment organisé un service d'enfants tuberculeux à la station chlorurée sodique de Salies-de-Béarn, on pourra, dans un avenir rapproché, juger dans le traitement ma-

¹ HEIM, Sur la manière d'être des bacilles du choléra, du typhus abdominal et de la tuberculose dans le lait et le beurre etc... *Arch. A. D. K. Gesundh.* 1890.

² GEBHART, De l'influence de la dilution sur l'activité du virus tuberculeux, *Munch. Médic. Woch.* 1889 et *Ann. de l'Institut Pasteur* 1889 p. 690.

³ VEYSSIERE, L'inspection périodique des vacheries au point de vue de la tuberculose bovine in. *Revue sanitaire de la Province*, avril 1890.

⁴ DUCLAUX, Sur la vitalité de divers microbes pathogènes dans le lait. — *Ann. de l'Institut Pasteur*, mars 1890.

REVUE GÉNÉRALE, 1891.

⁵ ISCOVESCO, Sur l'action thérapeutique de la mer chez les scrofuleux, *Acad. de Méd.*, 16 septembre 1890.

rin la part curative de l'élément minéral et celle du séjour au bord de la mer.

Au Congrès de Berlin la question des hôpitaux spéciaux pour les phthisiques a été discutée. La majorité des orateurs s'est prononcée pour cette création. Les docteurs Weber de Londres, Leyden de Berlin, Dettweiler de Falkenstein l'ont appuyée, recommandant surtout les établissements très bien aérés, placés; autant que possible, au voisinage des bois et pourvus de médecins résidents pour surveiller continuellement les malades. Le Conseil municipal de Berlin a été saisi de cette question, quand la découverte du Dr Koch est venue tout arrêter. En France, à l'instigation de Verneuil et de Potain, l'Administration a créé l'an dernier le *sanatorium* de Vernet, au pied même du Canigou (Pyrénées-Orientales). Cette station a été inaugurée au mois d'octobre 1890.

Ces traitements hygiéniques ne sont pas, comme on pourrait le croire, d'invention récente. Avant d'être scientifiquement démontré, le caractère contagieux de la tuberculose avait été, à des dates diverses, notamment au XVIII^e siècle, entrevu et affirmé par quelques cliniciens isolés¹. Mais, en dépit de leur perspicacité, ces observateurs n'avaient pu prescrire que des mesures empiriques contre un mal dont la vraie cause leur était inconnue. C'est l'introduction de la méthode expérimentale, c'est-à-dire de la science, dans les choses de la médecine, qui seule nous a désigné d'une façon précise l'ennemi même que nous devons combattre.

IV. — FIÈVRE TYPHOÏDE

Sur la fièvre typhoïde nos connaissances se sont peu enrichies depuis un an. Cependant quelques faits intéressants ont été observés, d'importantes mesures prophylactiques ont été prises, et déjà on peut en apprécier les heureux effets.

Dans l'ordre théorique plusieurs questions ont été agitées. On sait que depuis 1880, époque à laquelle Eberth découvrit un bacille particulier à l'autopsie des typhoïdiques, on considère ce bacille comme la cause de la fièvre typhoïde. On fonde cette opinion sur la présence constante de ce micro-organisme, pendant la période d'état, d'une part dans la rate, les ganglions mésentériques et les plaques de Peyer du cadavre, d'autre part dans la rate des malades (Eberth, Gaffky, Klebs, Chantemesse et Vidal, etc.). Ce qui semble renforcer cette manière de voir, c'est que souvent la présence du bacille incriminé a été constatée dans l'eau qui avait servi de boisson à des personnes devenues peu de temps après typhoïdiques.

S'il y a donc une forte présomption en faveur de la spécificité typhoïdique du *Bacille d'Eberth*, on doit reconnaître que la preuve scientifique de cette spécificité n'existe pas. L'inoculation du microbe aux animaux ne permet pas de trancher la question, pour cette raison qu'on ne connaît aucun animal susceptible de contracter, avec ses caractères cliniques et anatomo-pathologiques, la fièvre typhoïde de l'homme. Les symptômes de la maladie conférée par inoculation ne sont décisifs en aucun sens. A défaut de preuve absolue, c'est donc la comparaison avec ce que l'on sait des maladies microbiennes mieux connues, une sorte de raisonnement inductif, qui a conduit à admettre comme presque démontrée une relation de cause à effet entre la fièvre typhoïde et le bacille d'Eberth.

Aussi devons-nous accueillir avec un vif intérêt tous les travaux relatifs à la spécificité de cette bactérie. Sur ce sujet Rodet et Roux, de Lyon, ont publié dans le courant de 1890 des observations importantes¹. Déjà en novembre 1889 ils avaient signalé d'étroites analogies entre le bacille dit typhique et le *Bacillus Coli communis*, l'un des hôtes habituels de notre gros intestin. Poursuivant cette étude, ils affirment, cette fois, non plus seulement la ressemblance, mais l'identité *spécifique* des deux formes bacillaires. Les cultures, quoiqu'un peu différentes, n'offrent aucun caractère rigoureusement distinctif. Suivant les conditions du milieu le *Coli communis* se rapproche plus ou moins du bacille d'Eberth; dans certains cas il se confond avec lui. Chez les typhoïdiques on trouverait le bacille d'Eberth dans la rate, le *Coli communis* dans les intestins. Ce dernier acquiescerait sa virulence dans un substratum extérieur, l'eau ou le sol.

Le fait serait d'une importance considérable pour l'étiologie de la fièvre typhoïde. Mais il est encore tout hypothétique : remarquons en effet que la ressemblance morphologique des deux bactéries et celle de leurs cultures n'impliquent aucunement leur identité : pour être en droit de l'affirmer, il faudrait montrer qu'après le passage du *Coli communis* dans l'eau ou le sol, les deux microbes se comportent exactement de la même manière à l'égard des réactifs colorants et aussi en culture et inoculation, excrétaient les mêmes produits en même quantité et déterminant dans l'organisme de leur hôte mêmes symptômes, même évolution morbide, même mécanisme de mort et mêmes lésions.

En attendant le résultat de cette comparaison, le commencement de démonstration de Rodet et Roux ramène l'attention des hygiénistes sur la difficulté d'opérer la diagnose du bacille d'Eberth

¹ Voyez à ce sujet : Dr DE LAVARENNE, *Tuberculose et Ascultation*, dans la *Revue* du 15 janvier 1890, t. I, p. 49.

¹ RODET et G. ROUX. Sur les rapports du *Bacillus Coli communis* et du *Bacille d'Eberth*, *Société des Sciences médicales de Lyon*, 1890.

en dehors du corps humain. Cassedebat¹ a récemment insisté sur cette difficulté, citant plusieurs bactéries dont le développement *in vitro* est à peu de chose près identique. Mais il ne semble pas avoir assez tenu compte de ce principe que, pour différencier ou identifier deux bactéries, il ne suffit pas de les comparer dans leurs cultures en un même milieu; il faut surtout le faire dans la série de leurs évolutions à travers le cycle complet de tous leurs modes connus de culture et d'inoculation. Quand on observe cette précaution, en ayant soin, dans l'espèce, de prendre comme témoin le bacille d'Eberth extrait à l'état de pureté de la rate d'un typhoïdique, on réussit, croyons-nous, à éviter toute erreur.

La diagnose du bacille dit typhique s'est d'ailleurs enrichie depuis un an de quelques observations intéressantes. Ogier et Bordas² ont montré qu'au lieu de jouir d'un anaérobisme facultatif, comme on l'avait admis à la suite des expériences de Friedlander, il est exclusivement aérobie. A la vérité il se contente, pour évoluer, de quantités d'oxygène extrêmement faibles; mais en l'absence complète de ce gaz, il cesse de se multiplier. C'est là une acquisition importante. D'autre part Gasser³ a indiqué un procédé de culture qui le distingue de toutes les Bactéries connues, à l'exception du *Bacillus Coli communis*. La science paraît donc posséder aujourd'hui une série de réactions dont l'ensemble permet de reconnaître avec certitude, en quelque milieu qu'il évolue, le bacille d'Eberth non dégénéré.

Quant aux véhicules du contagion en dehors de notre organisme, des observations récentes semblent en montrer la pluralité. Contrairement à l'opinion vers laquelle hygiénistes et microbiologistes penchaient depuis quelques années, on commence à soupçonner la transmission possible du germe typhique par l'atmosphère. Avant que les idées sur la nature parasitaire de la fièvre typhoïde se fussent affirmées, certains cliniciens, en particulier Potain, Jaccoud et Lépine avaient signalé des formes primitivement pneumoniques de cette maladie. Après eux le Dr Richardière avait décrit quelques cas de fièvre typhoïde du poumon sans lésion intestinale. Mais, comme le bacille d'Eberth n'avait pas été cherché, la certitude du diagnostic semblait discutable, et l'on avait tendance à incriminer les *ingesta* à l'exclusion de l'air. Depuis quelque temps cette idée se modifie. Nos lecteurs se rappellent sans doute l'inté-

ressante expérience par laquelle le Dr Bordas a prouvé que le bacille d'Eberth peut être transporté par l'air chargé de vapeur d'eau¹. Ce transport est-il capable de déterminer la contagion? Certains cas de fièvre typhoïde relevés depuis peu paraissent exiger cette interprétation. Vaillard l'a soutenue au sujet de deux épidémies étudiées à ce point de vue, l'une par lui à l'hôpital Saint-Louis, l'autre par le Dr Chour, médecin militaire russe, dans la caserne Hammermann à Jétomir². A Saint-Louis l'analyse bactériologique de l'air de la salle y décèle le bacille d'Eberth, et il suffit de désinfecter les locaux pour faire cesser l'épidémie. A Jétomir deux régiments recevaient la même eau potable et néanmoins la morbidité pour fièvre typhoïde était de 3,2 ‰ chez l'un et 133 ‰ chez l'autre! Les locaux, ainsi que les effets d'habillement et de literie, furent soumis à une désinfection très soignée dans une aile du bâtiment. Les planchers furent enlevés, le sol imprégné de phénol à 3 ‰, les murs lavés avec cette solution, le plafond démolit et remplacé, les chambres remplies ensuite de vapeurs de chlore. Une partie des troupes fut ensuite installée dans ce logement désinfecté; la morbidité typhique tomba immédiatement parmi ces troupes à 1,7 ‰; au contraire, dans les bâtiments non désinfectés de la caserne, la maladie continua de sévir d'une façon déplorable. L'analyse bactériologique des poussières de leurs planchers y décèle la présence du bacille typhique³.

Les observations de ce genre sont encore peu nombreuses, ce qui porte à penser que dans la majorité des cas ce n'est pas l'air qui opère la contagion. Le lait a été incriminé. Deux faits constatés l'année dernière militent en faveur de cette suspicion :

Depuis l'excellente distribution d'eau dont la ville de Genève est dotée, la fièvre typhoïde y est devenue très rare. En mai 1890 éclata une petite épidémie, localisée à quelques rues du quartier des Paquis. Une enquête établit que tous les individus atteints étaient servis par le même laitier. Le Professeur Vincent, directeur du Bureau de Salubrité, réussit à remonter à l'origine même de l'infection⁴: en février deux cas de fièvre typhoïde avaient eu lieu dans la ferme d'où provenait le lait; le linge du personnel avait été lavé dans un bassin dont

¹ BORDAS, Recherches sur le Bacille typhique et la transmission de la fièvre typhoïde par l'air, dans la *Revue* du 15 mars 1890, t. I, page 143.

² VAILLARD: Contribution à l'étiologie de la fièvre typhoïde, *Gazette hebdomadaire de médecine et de chirurgie*, 18 décembre 1889.

³ La constatation de ce même microbe dans les poussières d'appartement avait déjà été faite dans des cas semblables par Salomonsen à Copenhague en 1884 et par Upodel à Augsburg.

⁴ VINCENT. Sur une épidémie de fièvre typhoïde à Genève en 1890.

¹ *Annales de l'Institut Pasteur*, 1890.

² Voyez à ce sujet la *Revue* du 15 mars 1890, t. I, p. 144.

³ GASSER, Thèse inaugurale de la Faculté de Médecine de Paris, 1890.

l'eau servait à nettoyer les récipients employés pour le transport du lait. La plupart des malades de Genève avaient bu ce lait cru; deux cependant ne l'avaient consommé qu'après ébullition: la fièvre typhoïde de l'un de ces derniers fut très bénigne.

A Gottembourg, Almquist¹ a signalé quatre épidémies de fièvre typhoïde qui, d'après lui, auraient eu pour origine du lait provenant de fermes contaminées².

Dans ces cas ce n'est pas le lait naturel qu'on suspecte d'avoir fourni le germé typhique, mais seulement, comme on le voit, le lait baptisé ou l'eau employée au lavage des vases.

L'auteur de cet article a montré qu'on peut rencontrer le même germe dans le cidre, quand cette boisson a été préparée, suivant la coutume des paysans normands, avec de l'eau de mare, laquelle, en cas de fièvre typhoïde, est souvent contaminée par les déjections des malades³.

Ces observations doivent ramener l'attention des hygiénistes sur l'eau qui, en effet, semble jouer le rôle principal dans l'étiologie de la fièvre typhoïde. Depuis les admirables études de Budd sur ce sujet, on a cité un grand nombre de cas consécutifs à l'ingestion d'eau polluée par infiltration de selles typhiques. Le bacille d'Eberth abonde dans ces selles. On le trouve aussi, suivant l'observation de Bouchard, dans les urines des malades quand elles sont albumineuses: le rein est alors attaqué et ne constitue plus un filtre à l'égard du microbe. Neumann⁴ a insisté l'an dernier sur les dangers de contagion qui peuvent résulter de la présence, souvent abondante, de l'agent infectieux dans les urines: l'élimination du bacille se continuerait, d'après lui, pendant la convalescence. Aussi Guttman⁵ demande-t-il que le convalescent typhique ne puisse sortir de l'hôpital qu'après disparition constatée du bacille de ses urines.

En de nombreuses régions de la France certaines eaux de boisson sont constamment polluées par les déjections humaines. Nous avons constaté cet état de choses, il y a deux ans, à Sainte-Adresse (Seine-Inférieure) où régnait alors une cruelle épidémie de fièvre typhoïde⁶. Une partie

de la ville, alimentée par des sources canalisées, était indemne, tandis que dans l'autre où sévissait le fléau, les habitants buvaient des eaux de puits ou de sources non captées. Dans ces dernières nous avons trouvé en abondance le bacille d'Eberth et reconnu qu'il pouvait y avoir été introduit par les bétails, trous à fond perdu dans lesquels étaient quotidiennement déversées les déjections. La craie où se trouvaient établis ces bétails présente de nombreuses fissures et ne fait pas l'office de filtre: d'où la contamination des eaux sous-jacentes. Nous nous empressâmes de signaler ce danger à M. de Quérolant, maire de Sainte-Adresse. Grâce à lui, les bétails furent comblés, les puits curés, et immédiatement la fièvre typhoïde cessa. Elle ne s'est plus représentée depuis à Sainte-Adresse.

Les mesures prophylactiques, dont le P^r Brouardel s'est fait en France l'éloquent défenseur, montrent que partout où l'eau de boisson a été préservée des infiltrations de matières fécales, la fièvre typhoïde a disparu.

L'armée offre un excellent critérium à cet égard. Depuis 20 ans les conditions du recrutement n'ont pas changé: rien n'a été modifié quant à l'âge des soldats, aux exercices et fatigues qui leur sont imposés. Mais il en a été autrement des conditions hygiéniques. Le ministre de la guerre, M. de Freycinet, a pris à cœur la lutte contre la fièvre typhoïde. Grâce aux crédits qu'il a obtenus du Parlement, d'importants travaux ont été entrepris dans les lieux de garnison: ils ont eu pour principaux objets la suppression des fosses fixes, l'adduction d'eau non contaminée, ou la filtration pastorienne de l'eau suspecte. Les bougies Chamberland, adoptées dans ce but, exigeant une certaine pression pour assurer un débit suffisant dans les casernes, l'Administration a installé, aux endroits où cette pression faisait défaut, une pompe à bras donnant 3 atmosphères. Enfin le règlement de 1856 qui fixait à 6 litres la quantité d'eau à délivrer par jour et par homme a été heureusement modifié: désormais chaque homme doit avoir 30 litres à sa disposition.

Les travaux, commandés par ces innovations, ne sont pas encore complètement achevés; déjà cependant les résultats sont sensibles. Dans son rapport de 1889, M. de Freycinet écrivait: « Je ne crois pas m'avancer en disant que la mortalité et la morbidité par la fièvre typhoïde seront diminuées des trois quarts, sinon en 1890, au moins en 1891. » L'année suivante (rapport du 16 février 1890), l'éminent homme d'État constatait un progrès considérable: le chiffre des décès typhiques s'était abaissé d'un quart; celui des malades, d'un tiers.

¹ ALMQUIST, Einige Erfahrungen ueber Verschleppung von Typhusgift durch Milch, analysé in *Revue d'Hygiène*, fév. 1890.

² Notons toutefois que le bacille d'Eberth n'a pas été cherché. — A Gottembourg toute ferme infectée est mise en interdit, et il est défendu de livrer du lait en provenant.

³ LOUIS OLIVIER, *Société de Biologie*, 1890.

⁴ NEUMANN, Le bacille typhique dans les urines, *Société de Médecine interne de Berlin*, 22 janvier 1890.

⁵ GUTTMANN, *Société de Médecine interne de Berlin*, 22 janvier 1890.

⁶ LOUIS OLIVIER, Application des données bactériologiques à l'extinction d'un foyer de fièvre typhoïde à Sainte-Adresse (Seine-Inférieure), Association française pour l'av. des Sciences, session de Limoges, 1890.

Nul doute qu'en 1890 l'état sanitaire se soit encore amélioré. A défaut de statistique ¹ indiquons seulement que dans le mois de mai 1890 on n'a pas constaté un seul cas de fièvre typhoïde dans les troupes casernées à Paris, ces troupes ne recevant plus que de l'eau de source. Au contraire la maladie s'est nettement manifestée pendant ce même mois parmi les troupes du Gouvernement de Paris cantonnées à Vincennes, à Courbevoie et à Saint-Denis, lesquelles n'ont point reçu une eau irréprochable.

A Paris où l'insuffisance des eaux de sources force trop souvent l'Administration à distribuer l'eau de rivière, les instructions les plus formelles ont été données aux chefs de corps pour que les troupes, pendant la période de substitution, ne consomment que de l'eau préalablement soumise à l'ébullition.

Cette ébullition à 100° n'assurant pas la destruction complète de tous les microbes de l'eau. MM. Rouart, Geneste et Herscher viennent d'imaginer un appareil d'usage pratique qui la stérilise à 120°-130° sous pression.

Ce système, récemment éprouvé par G. Pouchet, réalise, d'après ce savant, un progrès considérable : il présente plus de sécurité que les meilleurs filtres, toujours sujets au bris et à l'écrasement, et fonctionne d'une manière plus régulière. L'opération, ayant lieu sans émission de vapeur, ne diminue guère la quantité des sels et gaz dissous dans l'eau; elle est de plus « très économique, puisqu'il n'y a pas à fournir la chaleur latente de vaporisation de l'eau...; 1 kilogramme de charbon suffit à stériliser 100 litres d'eau... »

« MM. Rouart, Geneste et Herscher contruisent actuellement un appareil dont le débit de 500 litres d'eau stérilisée par heure permettra d'assurer l'alimentation en eau potable d'agglomérations importantes, telles que casernes, hôpitaux, etc... »

A la sortie, l'eau stérilisée peut être obtenue, à volonté, chaude ou froide, avantage qui sera certainement très apprécié « dans les services de chirurgie et d'accouchements ». En résumé, Pouchet proclame la supériorité marquée de cet appareil « sur tous les systèmes proposés jusqu'ici » pour fournir aux grandes agglomérations humaines de l'eau salubre, parfaitement stérilisée².

V. — TRAVAUX PUBLICS RELATIFS A L'EAU

Si pratiques que puissent être ces dispositions, l'ignorance et l'incurie de la majorité des particuliers prévaudront longtemps contre elles. C'est pourquoi les hygiénistes cherchent les moyens de produire en grand la stérilisation de l'eau, avant de la livrer au public. Dans ce but on a songé depuis quelques années à la filtration des cours d'eau par le sable. La réapparition de la fièvre typhoïde à Berlin sous la forme épidémique a soulevé de nouvelles discussions à ce sujet ¹. Toute l'eau de la Sprée et du lac de Tegel qui est distribuée aux Berlinoises est en effet filtrée à travers le sable. Cette disposition semblait donner toute sécurité aux consommateurs. En 1887 l'Institut d'Hygiène dirigé par Koch avait en effet déclaré, à la suite d'expériences faites par Plagge et Proskauer ² que la filtration par le sable est parfaite et fournit toujours une eau absolument exempte de microbes. Fort de cette déclaration, Pettenkofer, le célèbre et tenace défenseur de la théorie tellurique, voulut expliquer l'épidémie par la siccité du sol de Berlin, drainé pour provoquer l'évacuation totale des immondices de la ville dans des canaux isolés. Cette siccité serait, selon lui, favorable au développement des bactéries du sol. Mais les recherches plus récemment poursuivies à l'Institut d'Hygiène par Frankel et Piefke ³ ont infirmé les conclusions de Plagge et Proskauer. Toutes les bactéries, disent ces expérimentateurs, notamment celles du choléra et de la fièvre typhoïde, passent au travers des filtres à sable. La quantité de micro-organismes qui traversent le filtre dépend du nombre de ceux qui existent dans l'eau non filtrée et surtout de la rapidité de la filtration. Le commencement et la fin de la période d'un filtre constituent les moments où il se montre le moins efficace.

Ces observations font ressortir l'intérêt qu'ont les grandes villes à faire venir des campagnes environnantes une eau d'alimentation, privée d'impuretés.

A Paris la question de l'adduction des eaux de l'Avre a été décidément tranchée par un vote du Parlement. Cela n'a pas été sans lutte. La Chambre précédente, malgré le rapport lumineux et dé-

Annales d'Hygiène l'étude détaillée du stérilisateur Rouart Geneste et Herscher.

¹ Voyez : ARNOULD, La fièvre typhoïde et l'eau à Berlin. *Revue d'hygiène*, mars 1890.

² PLAGGE ET PROSKAUER, Bericht über die Untersuchung der Berliner Teitungswasser in *Zeitschrift f. Hygiene*, 1887, p. 401.

³ FRANKEL ET PIEFKE, Versuche über die Leistungen der Sandfiltration, *Zeitschrift f. Hygiene*, décembre 1889.

¹ La statistique officielle de notre armée pour 1890 n'a pas encore été publiée.

² Nous remercions ici M. Pouchet de ces renseignements, encore inédits. L'auteur publiera prochainement dans les

cisif de M. Gaddaud¹, n'avait pas osé trancher le différend soulevé à ce sujet entre Paris et les départements de l'Eure et d'Eure-et-Loir. La nouvelle assemblée ne s'est pas laissé arrêter par les protestations peu justifiées de ces départements, et le projet de loi, depuis si longtemps préparé par les ingénieurs du service des eaux de la ville de Paris, notamment par MM. Bechmann et Humblot, a pu recevoir en 1890 un commencement d'exécution.

Les questions de captation des eaux pures pour les grandes villes sont devenues tellement importantes que la discussion soulevée à ce sujet pendant la session de 1890 offre, au point de vue de l'hygiène, une importance exceptionnelle. Deux intérêts se trouvent en présence : d'une part celui des grandes agglomérations humaines, d'autre part celui des petites villes ou villages situés à proximité des sources. C'est seulement à ces dernières que les villes sont obligées de recourir pour avoir de l'eau salubre. L'objection qu'opposent à cette prétention les communes rurales et, dans l'espèce, le syndicat des intérêts de la vallée de l'Avre, est qu'il s'agit de l'intérêt privé de la ville de Paris, auquel on ne saurait sans injustice sacrifier celui d'une petite commune. L'argument paraît spécieux : en hygiène il n'existe pas d'intérêt particulier. La suppression d'un foyer typhique intéresse la France entière. Il est évident que par suite des échanges incessants qui se produisent entre les villes et les campagnes, toute maladie contagieuse menace d'autant plus d'irradier que l'agglomération humaine où elle sévit est plus considérable. A tout moment elle peut se communiquer aux populations avoisinantes. Si donc on ne les prive de la quantité d'eau que réclament leurs besoins légitimes, et qu'on les indemnise convenablement, ce n'est pas les spolieur que leur emprunter un élément indispensable de vie et de santé, qui fait défaut ailleurs. Il faut seulement tenir compte du tort matériel qu'on peut causer à leur industrie, à leur commerce, à leur agriculture, en leur enlevant, avec l'eau, de la force motrice, des voies de transport, un agent de fertilité pour les prairies, etc.

Ces considérations, que M. Gaddaud a fait valoir dans son Rapport, ont enfin entraîné le vote du Parlement. Souhaitons qu'on en tienne compte quand l'accroissement de la population parisienne rendra nécessaire l'adduction des eaux de la Voulzie et du Durteint. Sans doute on ne se heurtera plus aux résistances locales qui, pendant 3 ans,

ont paralysé les efforts des ingénieurs et du Conseil municipal, et amené, — n'hésitons pas à l'affirmer, — un certain nombre de décès typhiques, qu'une eau pure eût sans aucun doute prévenus.

Il faut espérer que le jour où les cent mille mètres cubes des eaux de l'Avre arriveront à Paris, ses habitants ne seront plus exposés à boire l'eau de la Seine ou de l'Ourocq. A l'heure actuelle, la pureté de l'eau distribuée et facturée sous la rubrique *eau de source* n'est peut-être pas absolue. Ce doute paraît du moins résulter des intéressantes recherches de M. Livache¹. Ce chimiste a fait une série d'examen hydrotimétriques en prenant comme types d'une part les eaux de la Seine, de la Marne et de la Vanne, puisées directement dans leurs réservoirs, et d'autre part l'eau des robinets alimentés par des concessions déclarées par la *Compagnie des Eaux* comme recevant de l'eau de source. Or, dans une même journée, les dosages ont présenté des variations sensibles : tantôt ils se rapprochaient du degré de l'eau de Seine (19°,5 en moyenne), tantôt de celui de l'eau de Vanne (20°,3). De cette constatation, M. Livache conclut qu'on mélange l'eau de la Vanne à celles de la Marne et de la Seine.

Cette interprétation s'impose-t-elle absolument ? Elle a été critiquée à la Société de Médecine publique par MM. Bechmann et Humblot². Suivant eux le mélange dénoncé ne pourrait se produire ; les conditions de pression s'y opposeraient, au moins en ce qui concerne la rive gauche. Pour M. Humblot, les écarts observés dans les dosages, étant faibles, tiendraient peut-être 1° aux dosages eux-mêmes, 2° aux variations des eaux de la Vanne, résultant de la multiplicité et de la différence de débit des sources qui alimentent cette rivière ; enfin 3° à des variations de composition de l'eau pendant son parcours dans les tuyaux. Dans ces conduites en effet se déposent des concrétions calcaires, qui, pouvant en être balayées par le courant, quand sa vitesse varie, échappent par là même au dosage. Ces concrétions peuvent d'ailleurs se conserver ou se dissoudre suivant la teneur de l'eau en acide carbonique.

Ces objections semblent très plausibles. Il serait donc intéressant de reprendre, en en tenant compte, les dosages de l'eau aux diverses étapes de son parcours. Il faudrait aussi, croyons-nous, pour mieux apprécier les écarts de titre, substituer à la méthode hydrotimétrique, trop peu précise, les procédés usuels de l'analyse minérale.

¹ GADDAUD, Rapport fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi ayant pour objet l'adduction à Paris des sources de la Vigne. (Chambre des députés, Annexes de la séance du 24 janvier 1889.)

¹ LIVACHE. Variation de la composition de l'eau en divers points de la canalisation à Paris, *Société de Médecine publique*, 26 mars 1890.

² Voyez cette discussion dans la *Revue d'Hygiène*, avril 1890.

Il serait utile aussi de faire, en même temps, le dénombrement des bactéries contenues dans l'eau. Cette numération constituerait, selon toute vraisemblance, un indice de l'absence ou du mélange de l'eau de Seine ¹.

L'énorme quantité de microbes que l'eau de Seine contient nous porte à douter de l'exactitude des expériences dont Pettenkofer et ses élèves Emmerich Kraus et Karlenski ² s'autorisent pour affirmer que les bactéries pathogènes ne vivent pas dans l'eau, qu'elles y sont détruites par oxydation. Ces bactéries sont pourtant constituées à la façon des espèces banales; au moins pour ce qui est de leurs spores, l'oxygène dissous dans l'eau semble incapable de les tuer. Aussi nos hygiénistes se gardent-ils d'appliquer les idées que Pettenkofer émettait l'an dernier, lorsqu'il conseillait à la ville de Munich de déverser ses déjections dans l'Isar ³. D'une façon générale, ce savant nie le danger pour les populations d'aval, quand la rivière contient, comme dans le cas de l'Isar, au moins quinze fois autant d'eau que les égouts et coule avec une vitesse supérieure à 0^m60 par seconde.

Durand-Claye s'élevait, au nom de la salubrité publique, contre les théories de cette sorte; il répondait: « Il ne faut pas contaminer la rivière. Il faut la garantir contre le retour des eaux résiduaires. Il faut traiter ces eaux et ne les rendre qu'à l'état de pureté aux cours d'eau naturels. » D'autre part M. Mille écrivait à propos de l'immense quantité d'azote perdue par les déjections et les nettoyages de la population parisienne: « Tout cela passe à la rivière et de là va se perdre dans la mer. Recueillons donc ces richesses que l'agriculture réclame avec instances. »

Pour éviter la pollution des cours d'eau par les eaux-vannes, deux procédés sont actuellement employés. L'un, qui répond directement au vœu de M. Mille, consiste dans la création de *champs d'irrigation*. C'est le meilleur, le moins coûteux; mais il exige une grande étendue de terrain et un sol convenable. L'autre procédé, moins expéditif, plus compliqué, consiste dans l'épuration chimique. L'efficacité en est encore discutée. Weigmann ⁴, de Kiel, s'en est occupé l'année

dernière; il a surtout étudié l'influence de la chaux, qui est de tous les agents chimiques le plus employé en raison de la modicité de son prix. Il a constaté que la putréfaction continue dans les bassins de décantation; les matières précipitées par le carbonate de chaux formé se redissolvent; l'épuration n'est réalisée que si l'eau est immédiatement décantée après l'addition de chaux. Quant à l'action bactéricide, il paraît qu'elle se produit en effet. Mais quand bien même elle serait absolue, l'ensemencement continu des bassins suffirait à entretenir la fermentation des matières organiques demeurées en dissolution.

D'autres procédés ont été proposés pour désinfecter les égouts, les matières fécales, les déchets de toute espèce qui polluent les agglomérations urbaines. Von Gerloisy, de Budapest, a éprouvé dans ce but les antiseptiques réputés les plus actifs ⁵. Cette étude l'a conduit à rejeter le sublimé. Ce sel ne mériterait en aucune façon, selon lui, la confiance qu'on lui accorde. Notamment en ce qui concerne la désinfection des fosses d'aisance, c'est le sulfate de cuivre au 1⁰⁰/₀₀ qui donnerait les meilleurs résultats. Il purifie, désodorise et stérilise rapidement les eaux d'égout. Cette propriété, la modicité de son prix et son peu de toxicité devraient donc le faire préférer aux sels de mercure, toujours dangereux.

A Wimbleton, en Angleterre, on emploie *the Amine process* pour épurer les eaux d'égout, y compris les matières fécales. Ces matières sont additionnées d'un mélange de lait de chaux et de *sauumure de harengs*, laquelle agit par sa triméthylamine. D'après M. Godfrey ⁶ on obtient ainsi un produit commercial (*aminol*); les gaz dégagés pendant la formation de cette matière exerceraient un action germicide réelle. L'eau des servages ne contiendrait par suite aucun microbe à la sortie des bassins de décantation. Ce résultat nous paraît trop beau pour être exact. On sait combien il est difficile de détruire les spores des bactéries. En général il faut, pour les tuer, employer soit la chaleur, soit les acides, les alcalis, ou les antiseptiques à forte dose.

VI. — DIPHTÉRIE ET ROUGEOLE

Après avoir assuré la salubrité de l'eau de boisson et désinfecté les égouts, l'hygiène locale n'a point tout fait. Il lui reste notamment à lutter contre plusieurs affections contagieuses dont le

¹ Comme cette opération exige quelque soin, on pourrait sans inconvénient la simplifier en se bornant à la méthode des *plaques* et n'employant qu'un même milieu solide de culture. On diminuerait ainsi les nombres *absolus* de bactéries, mais sans changer sensiblement leurs *rapports*, essentiels dans l'espèce.

² Voyez surtout: KARLINSKI, de Stolac (Herzégovine): Contribution à l'étude de la façon dont se comporte le bacille typhique dans l'eau? *Arch. für Hygiene*, 1890.

³ MAX PETTENKOFER, *Société des Médecins de Munich*, 7 mai 1890.

⁴ WEIGMANN, Action de la chaux caustique dans l'épuration des eaux-vannes, *Gesundheit-Ingenieur*, mai 1890.

⁵ S. VON GERLOISY. Recherches sur la désinfection pratique des matières usées. Rapport à la Section d'Hygiène publique de l'Association Hongroise, 1890.

⁶ GODFREY, The « Amine process » of sewage treatment, in the *Sanitary Record Act*, 1889.

mode de transmission est encore peu connu. La plus cruelle de toutes est la diphtérie.

Cette maladie continue d'être de la part des microbiologistes, des hygiénistes et des médecins l'objet d'importants travaux. On sait qu'elle est causée par un bacille, trouvé par Klebs en 1883 dans les fausses membranes du croup. L'année suivante, Loeffler démontra la spécificité pathogénique de ce micro-organisme en l'isolant, le cultivant et reproduisant par inoculation de la culture les fausses membranes caractéristiques de la maladie. En 1888 Roux et Yersin vinrent renforcer cette démonstration. Ils firent voir en outre que les matières excrétées par le bacille de Loeffler dans ses cultures déterminent chez les animaux des paralysies croupales. En 1889 ces savants constatèrent que les tissus des individus ayant succombé à la diphtérie et les urines des diphtéritiques renferment le poison paralysant. Il s'y trouve légèrement atténué, en ce sens que son action est ralentie. L'atténuation se produit dans les milieux acides. Le poison offre une grande analogie avec les diastases; son activité est comparable à celle des venins¹. D'où cette conclusion que dans la diphtérie il faut agir au début, détruire par les antiseptiques les fausses membranes dès qu'elles apparaissent et stériliser les muqueuses de façon à empêcher le bacille d'y excréter une dose de toxine suffisante pour produire l'empoisonnement de l'organisme.

On voit par là combien les recherches des laboratoires ont modifié les idées systématiques des cliniciens. Autrefois la diphtérie était considérée comme une maladie locale (croup); plus tard, avec Bretonneau et Trousseau, comme une maladie générale à manifestations locales, surtout pharyngée et laryngée. Aujourd'hui l'expérience nous force de voir en elle une intoxication générale, due à une infection locale, pharyngée ou laryngée.

Quant à l'étiologie de la maladie, elle est encore fort obscure. Nous vient-elle des oiseaux de basse-cour, principalement des poules et pigeons, qui, on le sait, présentent assez souvent une affection d'apparence diphtéritique? On a plusieurs fois supposé (Nicati, Orly, Teissier, etc.) une identité absolue entre la diphtérie aviaire et la diphtérie humaine, par suite la contagion possible de l'animal à l'homme.

C'est ainsi que l'an dernier le bruit s'était répandu que des enfants avaient contracté la diphtérie en allant au Jardin d'Acclimatation, où les volières sont quelquefois infestées. Saint-Yves Ménard² qui, pendant dix-sept ans a été le direc-

teur-adjoint de ce jardin, s'est élevé contre cette supposition. S'appuyant sur l'autorité de Straus, Loeffler, Cornil et Mégnin, il a montré qu'il n'existe aucune identité entre les deux affections. Straus a recherché si les ouvriers qui exercent aux Halles le métier de gaveurs de pigeons et font du gavage de bouche à bec³ présentaient parfois des accidents diphtéritiques; le résultat de son enquête a été complètement négatif, bien que les pigeons, surtout les italiens, offrent souvent le *chancre*, c'est-à-dire la diphtérie aviaire.

Les caractères morphologiques des deux microbes sont très différents. L'inoculation de leurs cultures permet encore plus nettement de les distinguer; l'inoculation du bacille humain entraîne la mort de l'animal avec production d'exsudat fibrino-hémorrhagique; au contraire l'inoculation du microbe aviaire produit tout au plus un abcès caséux, mais sans terminaison fatale.

Cependant on peut se demander s'il n'y aurait pas plusieurs diphtéries aviaires, dont l'une au moins atteindrait l'homme. La coïncidence, plusieurs fois signalée, de maladies diphtéritiques dans les basses-cours et chez les personnes qui les fréquentent, semble indiquer l'intérêt qu'il y aurait à entreprendre des recherches dans cette direction.

Quoi que l'avenir nous apprenne à ce sujet, la contagion de la diphtérie d'individu à individu dans l'espèce humaine demeure un fait quotidiennement observé. Les ravages causés par cette affection et en général les maladies contagieuses, — variole, rougeole, scarlatine, coqueluche, etc. dans toutes les agglomérations de malades, surtout dans les hôpitaux d'enfants, ont depuis longtemps attiré l'attention des médecins, et enfin celle des administrateurs.

En ces dernières années l'opinion était en général favorable au système d'isolement. Dans les hôpitaux l'Assistance publique avait fait construire des pavillons spéciaux, destinés à recevoir les enfants atteints de diphtérie. Des salles particulières furent ensuite réservées à la rougeole. Enfin, sur le rapport du Dr Chautemps, le Conseil municipal de Paris décida de créer des hôpitaux de contagieux sur les terrains possédés par la Ville dans le territoire de plusieurs communes suburbaines (Vitry, Ivry, etc.). Cette décision souleva parmi les populations de ces communes une vive opposition : les maires, arguant de la loi mu-

¹ ROUX et YERSIN, Contribution à l'étude de la diphtérie, Ann. Institut Pasteur, juin 1889.

² Revue d'hygiène, 1890, p. 410.

³ On sait que dans tout le groupe des Pigeons les jeunes introduisent leur bec dans le gosier de leurs parents pour y prendre la nourriture que ceux-ci leur apportent. Aussi, pour gaver ces oiseaux, faut-il introduire leur bec, on pourrait presque dire leur tête, dans la bouche du gaveur, remplie de la pâte destinée aux oiseaux.

nicipale de 1884, prirent des arrêtés interdisant la construction de ces établissements.

D'autre part, le Comité consultatif d'Hygiène, sollicité par le Ministre de l'Intérieur, de donner son avis sur la nécessité de cette création, en contesta l'opportunité. Chargé du rapport sur cette question, Grancher¹ soutint que, dans la plupart des cas, ce n'est pas l'air qui est le véhicule du contagion. Il fit observer qu'à l'Hôpital des Enfants la méthode d'isolement n'avait pas réussi à diminuer le nombre des cas intérieurs de contagion. Celle-ci serait surtout produite, d'après lui, par le contact direct des malades ou des objets qu'ils ont souillés. Le microbe de Loeffler peut s'y conserver fort longtemps : il résiste à la dessiccation, à ce point qu'on a pu constater qu'après quatre ans de séjour sur un pinceau il n'avait rien perdu de sa virulence. L'éminent professeur rappela enfin que parmi les cas dits *intérieurs*, c'est-à-dire se présentant chez des enfants entrés à l'hôpital et soignés pendant quelque temps pour d'autres affections, tous ne sont peut-être pas exclusivement imputables à la contagion dans l'établissement. Loeffler a décrit en effet sous le nom de « pseudo-bacille diphtéritique » un microbe analogue à celui de la diphtérie vraie, microbe que l'on rencontre quelquefois dans la bouche d'enfants sains. Il demeurerait souvent inoffensif. Sous une influence morbide telle que la rougeole, entraînant une modification du terrain humain et peut-être du microbe lui-même, ce dernier deviendrait virulent et provoquerait un état diphtéritique. Le microbe se confond-il alors avec le bacille authentique et maintenant assez bien connu de la diphtérie, ou s'en distingue-t-il sous quelque rapport? Bien que l'expérience soit muette à ce sujet, remarquons incidemment que la crainte d'une complication vraiment ou pseudo-diphtéritique au cours des exanthèmes épidémiques de l'enfance, doit suggérer la précaution de pratiquer à intervalles rapprochés l'antisepsie de la bouche pendant l'évolution de ces maladies.

Concluant que la diphtérie est surtout transmise par les objets et les contacts directs, Grancher rejette le projet d'un hôpital suburbain pour l'admission exclusive des diphtéritiques; mais il lui paraît indispensable de créer des hôpitaux de convalescents où l'on pourrait isoler les enfants pendant un certain temps. Au Congrès de Berlin, en effet, Loeffler et Roux ont fait remarquer que l'enfant, même entré en convalescence, porte encore en lui, sur sa muqueuse buccale, des germes contagieux. Aussi Roux voudrait-il que l'accès à

l'école fût interdit pendant 2 ou 3 semaines à tout enfant qui vient de guérir de la diphtérie.

En attendant que la méthode d'isolement ait trouvé sa formule définitive, le P^r Grancher a tenté d'appliquer dans son service, comme mesure préventive contre la diphtérie et la rougeole, l'*antisepsie médicale*. Ce système consiste à écarter le plus possible des malades rassemblés en une même salle les objets suspects. Chaque lit est entouré d'un paravent en toile métallique à larges mailles, qui s'oppose au contact *direct* des enfants. Tous les objets ayant servi aux malades sont stérilisés à l'étuve. Enfin les infirmières ne doivent passer d'un enfant à un autre qu'après s'être lavé les mains et le visage avec un liquide antiseptique.

L'expérience a été conduite avec une rigueur toute scientifique. En voici les résultats :

1^o L'antisepsie médicale s'est montrée très efficace contre la contagion de la diphtérie et de la scarlatine. Malgré 6 diphtéries soignées en salle commune en 1889, il n'y a pas eu un seul cas intérieur de contagion. Le D^r Hutinel a pu, d'autre part, constater en 1890, dans le pavillon des scarlatineux, les heureux effets de l'antisepsie.

2^o Il en a été tout autrement pour la rougeole : de même que l'isolement, l'antisepsie paraît n'avoir exercé aucune influence sur la contagion de cette maladie. Ce résultat négatif a vivement frappé le D^r Sevestre, qui dès 1888 avait organisé dans son service l'isolement par antisepsie. D'après lui, la contagion de la rougeole se ferait par l'air. — De nouvelles recherches sont évidemment nécessaires pour préciser l'étiologie de cette maladie et en assurer par suite la prophylaxie radicale.

VII. — INSTITUTIONS MUNICIPALES D'HYGIÈNE

Jusqu'à ces derniers temps les indigents atteints de maladies contagieuses étaient transportés de leur domicile à l'hôpital dans une voiture de louage, un fiacre quelconque, qui reprenait ensuite son service ordinaire. Parfois cependant, lorsqu'il s'agissait de la variole, un semblant de désinfection était opéré.

Cet état de choses a été très heureusement modifié depuis un an. Le Conseil municipal de Paris, qui ne cesse de s'occuper des questions d'hygiène, a institué un service régulier, de transport pour les contagieux¹. Ce service est fait par deux stations de chacune 7 voitures : celle de la rue de Stael dessert la rive gauche; celle de la rue de Chaligny,

¹ GRANCHER, Rapport au Comité consultatif d'Hygiène publique de France, séance du 10 novembre 1890.

¹ La première délibération du Conseil date du 17 juin 1887 mais le service n'a été inauguré que le 3 octobre 1889 et n'est entré dans son cours régulier qu'en 1890.

la rive droite. Les parois de ces véhicules sont en tôle peinte et vernie, de façon à ce qu'on puisse, après chaque transport, les désinfecter par un lavage au sulfate de zinc additionné de phénol ou de thymol. Le malade est couché sur un matelas que l'on passe ensuite à l'étuve. Autant que possible chaque voiture est affectée à une maladie déterminée. La voiture est, en effet, réquisitionnée téléphoniquement par les commissariats de police, lesquels doivent indiquer (autant que possible), d'après un certificat du médecin traitant, la nature de la maladie infectieuse.

Le nombre des transports a été de 2.128 pendant l'année 1890. Le tableau ci-joint en donne la statistique par maladie et par mois.

MOIS	Fèvre typhoïde	Variole	Rougeole	Scarlatine	Diphthérie	Érysipèle	Diverses	TOTAUX
Janvier.....	24	37	11	16	22	34	21	165
Février.....	19	29	14	15	39	22	14	152
Mars.....	21	26	25	14	42	36	25	185
Avril.....	29	30	27	26	46	33	14	235
Mai.....	28	27	54	28	33	51	30	231
Jun.....	15	18	49	36	36	39	22	215
Juillet.....	27	19	33	23	39	43	27	211
Août.....	39	13	12	8	25	22	30	159
Septembre.....	14	11	4	11	16	33	18	131
Octobre.....	37	2	6	14	21	29	22	131
Novembre.....	35	20	1	10	28	32	17	143
Décembre.....	18	14	7	9	38	25	17	138
TOTAUX.....	366	246	253	210	379	419	253	2128

Nombre des malades atteints d'affections contagieuses et transportés dans les hôpitaux au moyen des voitures spéciales mises par la Préfecture de police à la disposition du public, pendant l'année 1890.

Ce tableau est extrait du *Bulletin de statistique municipale* (15 janvier 1891).

Beaucoup de contagieux se rendent encore à l'hôpital dans des voitures quelconques, par ignorance de la nouvelle création ou par incurie. Remarquons à ce propos qu'en Angleterre et en Allemagne la loi punit tout individu qui, atteint de maladie contagieuse, monte dans un fiacre sans en prévenir le cocher; elle punit aussi le cocher qui, prévenu, ne fait pas désinfecter sa voiture.

Le Conseil municipal de Paris a pris une excellente mesure d'hygiène en mettant à la disposition du public de grandes étuves à désinfection. Les appareils Geneste et Herscher ont été adoptés, parce qu'ils réunissent ces deux avantages de stériliser complètement les objets, même la literie, les matelas, et de les dessécher ensuite très rapidement sans les détériorer. Si l'habitude se répandait dans la population de stériliser, au moyen de ces étuves, la literie et le linge des femmes sur le point d'accoucher, nul doute que cette précaution, jointe à l'antisepsie prescrite ici-même par Budin¹, con-

tribuerait puissamment à diminuer les cas de fièvre puerpérale encore fréquents chez les particuliers. Mais jusqu'à présent ces étuves ont surtout été employées pour stériliser les objets que le malade a pu contaminer. Quelques-unes ont d'abord été installées dans les hôpitaux; puis le Mont-de-Piété en a été doté, et pendant un certain temps il s'est produit ce fait curieux que, pour obtenir la désinfection de la literie, les médecins devaient conseiller de l'engager au Mont-de-Piété. Le directeur de cet établissement dut prier de ne point trop divulguer le procédé, craignant de ne pouvoir accueillir les demandes d'engagements formulées dans ce but.

Depuis, l'Administration municipale et la Préfecture de police ont établi des étuves en plusieurs endroits: rue du Château-des-Rentiers, rue Fessart et enfin rue des Récollets. Sur un simple avis la désinfection peut y être obtenue. Des voitures hermétiquement closes, tirées à bras d'hommes, se rendent à l'endroit désigné. Les étuvistes prennent les objets et les transportent à l'établissement; là on les soumet à une température de 113°; on désinfecte les voitures et, dans la mesure du possible, les étuviers eux-mêmes; puis on replace les objets dans les voitures et on les rapporte à domicile.

L'organisation de ce service paraît simple et pratique. En réalité la chinoiserie administrative la complique. Les étuves municipales dépendent de la Préfecture de la Seine; la désinfection à domicile ressort de la Préfecture de police. Cette dualité rend souvent impossibles, par les formalités qu'elle entraîne et les conflits qu'elle soulève, les mesures de désinfection.

Quant aux désinfections à domicile, elles sont, la plupart du temps, illusoire ou impossibles à obtenir. Aucune loi ne les impose, même quand le danger de la contagion est évident. Le P^r Pinard cite le cas de trois décès diphtériques survenus successivement dans une famille qui, malgré les objurgations du médecin, s'était refusée à la désinfection. Après le troisième décès, la famille se contenta d'envoyer ses meubles à la salle des ventes!

D'autre part, quand médecin et client sont d'accord pour demander la désinfection, il se heurtent souvent à des difficultés administratives telles qu'ils doivent y renoncer. Il résulte en effet des discussions récentes que beaucoup de commissaires de police et de maires sont hors d'état de renseigner directement le public; faisons cependant une honorable exception pour M. Thomas, le maire si zélé du XIII^e arrondissement, qui, non content d'assurer un service régulier de désinfection dans son arrondissement, se charge encore de la désinfection dans les autres quartiers de

¹ BUDIN. Les sages-femmes et l'antisepsie, dans la *Revue* du 28 Février 1890, t. I, page 106.

Paris. Souhaitons que son exemple soit bientôt suivi.

A Lyon, grâce à l'Administration générale des hospices, le service du transport et de la désinfection est admirablement réglé. Le cocher de fiacre que son client n'a point prévenu à temps de sa maladie contagieuse doit pénétrer dans l'hôpital et faire désinfecter sa voiture ; s'il est prévenu, il doit faire monter le malade dans une voiture spéciale, qu'on désinfecte ensuite à l'hospice. — Notons qu'à Lyon le public s'est plié très volontiers aux désinfections pratiques au bichlorure de mercure et au soufre.

VIII. — EMPOISONNEMENTS ALIMENTAIRES

Les maladies produites par les aliments solides semblent relever surtout de l'hygiène individuelle. Cependant l'utilité de l'intervention de l'Autorité ressort de l'impossibilité où se trouvent les particuliers d'apprécier la salubrité des matières vendues.

Cette année encore les tribunaux ont eu à juger des fournisseurs militaires qui n'avaient pas craint de donner aux hommes de troupe des viandes malsaines. Il est regrettable que de tels agissements n'entraînent qu'une condamnation à quelques mois de prison et à une amende dérisoire.

Les médecins militaires surtout se sont préoccupés de cette importante question des empoisonnements alimentaires. Parmi les travaux publiés en 1890 sur ce sujet il convient surtout de signaler la très consciencieuse étude de Polin et Labit¹. Ces médecins se trouvaient au camp d'Avor en 1889 et y observèrent une véritable épidémie qui atteignit 227 hommes, en rendit beaucoup très malades et provoqua un décès. La maladie offrit tous les caractères cliniques récemment signalés dans les empoisonnements par les ptomaines : embarras gastro-intestinal aigu, diarrhée, vomissements, sueurs profuses, tendance au coma, dilatation pupillaire, etc. L'enquête, habilement menée, montra que seuls les hommes qui avaient mangé de la viande provenant d'une même origine suspecte avaient été frappés.

Dans l'épidémie d'Armentières 30 personnes qui avaient mangé des pâtés pris chez le même charcutier présentèrent des symptômes analogues. Enfin à Lille 70 personnes furent atteintes d'accidents toxémiques, et 3 succombèrent. L'autopsie montra des lésions intestinales rappelant celles de la fièvre typhoïde ; mais les recherches microbiologiques de Gärtner n'y ont mis en évidence que le *Bacillus Enteridis*, distinct du bacille de la fièvre ty-

phoïde. Jusqu'à présent on n'a pas pu prouver la thèse soutenue en 1879 par Zubler, que « la fièvre typhoïde est due à l'ingestion de la viande altérée ». Les manifestations morbides semblent dans ce dernier cas entièrement différentes¹.

A priori on doit supposer que les viandes corrompues agissent de deux manières : 1° d'une façon directe, par les ptomaines nées de leur fermentation, ptomaines dont l'action sur notre organisme est à peu près immédiate ; 2° par leurs ferments figurés, susceptibles de se cultiver dans notre tube digestif, d'envahir nos humeurs et d'y excréter des poisons. Demayer² à Bruxelles, Moulé et Nocart³ en France, ont montré que les viandes putréfiées peuvent en effet agir de ces deux façons sur les animaux qui les consomment : elles renferment souvent des bactéries d'une extrême nocivité.

Pour se mettre en garde contre l'incurie ou la mauvaise foi des fournisseurs, Polin et Labit demandent que la viande soit achetée sur pied, examinée par les médecins, les vétérinaires et les hommes du métier, qui ne manquent jamais dans les régiments. L'expérience a d'ailleurs été tentée avec succès au 94^e de ligne⁴ : les rations y sont devenues plus riches, plus nutritives, surtout plus saines. Mieux achetée, la viande revient à meilleur compte, de sorte que la quantité peut en être augmentée sans grever la caisse du régiment.

Au même point de vue devraient être examinées les viandes de conserve, car, s'il était établi qu'elles fussent inoffensives, elles seraient appelées à jouer un grand rôle en cas de mobilisation générale. Cassedebat y a cherché des bactéries et en a trouvé qui, par inoculation, entraînent la mort des animaux⁵. Il nous semble que l'étude bactériologique d'un aliment doit être autrement conçue : nous avons tous ou presque tous dans la bouche, par exemple, des micro-organismes, ordinairement inoffensifs, qui deviennent dangereux lorsqu'ils évoluent dans le tissu du poumon devenu, pour une raison quelconque, terrain de culture. Quand donc on désire se rendre compte de la salubrité d'un aliment, il convient surtout de chercher s'il contient des microbes pathogènes par simple ingestion et non pas quelque bactérie susceptible de produire une septicémie par inoculation, ce qui peut porter cette bactérie dans un terrain

¹ Voyez à ce sujet : RICHARD, *Revue d'Hygiène*, 1892, page 654.

² DEMAYER, *Congrès d'Hygiène*, 1889.

³ MOULÉ ET NOCART, *Congrès des Sociétés savantes*, 1890.

⁴ BOUCHER, *Arch. de méd. et de Pharm. militaires*, 1890.

⁵ CASSEDEBAT, Bactéries et ptomaines des viandes de conserve in *Revue d'hygiène*, août et septembre 1890.

¹ H. POLIN et H. LABIT. *Etude sur les empoisonnements alimentaires* (microbes et ptomaines). 1 vol. chez Doin, Paris, 1890.

propice à sa culture. Il importe aussi de déterminer le degré d'abondance de chaque sorte de micro-organismes, leur nombre pouvant être un facteur important de l'infection. Enfin si des microbes même inoffensifs y sont abondants, la conserve devra être tenue tout au moins pour fort suspecte, car ces agents, tout en étant incapables de produire eux-mêmes une infection, ont pu excréter des poisons énergiques dans le milieu où ils se sont développés. Disons à ce propos que Cassedebat a trouvé dans les conserves des ptomaines qui exercent principalement leur action sur le système nerveux. C'est à elles qu'il attribue les accidents observés, fondant son opinion sur la rapidité de l'invasion, la marche décroissante de l'intoxication et l'absence de lésions.

Pour la prophylaxie il importe de rechercher l'origine de l'infection de la conserve. Au Congrès d'Hygiène tenu en 1889, Brouardel et Bapst avaient accepté l'hypothèse que microbes et ptomaines s'étaient développés avant la fermeture des boîtes. Telle était aussi l'opinion de Gärtner qui attribuait l'empoisonnement de Frankenhäusen au *Bacillus Enteridis* préexistant dans les animaux utilisés. Cassedebat fait remarquer que la plupart des micro-organismes déterminés par lui ne résistent pas longtemps à la température de 100° employée pour faire la conserve. Aussi pense-t-il que la contamination s'est faite pendant le temps très court qui s'écoule entre la cuisson de la viande et la fermeture des boîtes. Il serait utile d'étudier jusque dans le détail cette très intéressante question.

IX. — QUESTIONS PENDANTES

Les empoisonnements par les excréments microbiennes nous amènent à parler de l'action vaccinnante de certaines de ces substances. Cette action est encore fort obscure. Il nous paraît cependant utile d'indiquer la tendance des nombreux travaux dont elle est actuellement l'objet, car ces recherches sont en train de transformer la théorie de l'inoculation préventive et promettent une application, en quelque sorte inespérée, au traitement, non seulement prophylactique, mais même curatif, de plusieurs, peut-être de toutes les maladies contagieuses.

Les idées qui s'élaborent à ce sujet ont leur origine dans les travaux de Charrin, Salmon et Smith, Chamberland et Roux, Roux, Chantemesse et Widal, Roux et Yersin, sur les propriétés vaccinnantes de certaines excréments microbiennes. Charrin indiquait tout récemment dans cette *Revue*¹, que l'animal, rendu par ces matières ré-

fractaire à l'infection du microbe, ne cesse cependant d'être sensible à l'inoculation de ses excréments toxiques. D'où cette idée que l'immunité conférée consiste au moins en partie dans un état chimique des humeurs tel que la culture du microbe ne peut s'y faire. Cette hypothèse a conduit à essayer de produire l'immunité en inoculant soit des substances artificiellement préparées, soit des liquides organiques provenant d'animaux naturellement réfractaires. Cette dernière méthode avait été conçue en 1884 par Rondeau². Le P^r Ch. Richet en a fait le premier l'heureuse application. Avec le concours de son préparateur, le D^r Héricourt, il est arrivé à produire chez le lapin une sorte d'immunité *relative* contre l'infection pyoseptique³ par transfusion rectale ou intrapéritonéale de sang de chien. Enfin il a reconnu que semblable transfusion retarde chez le lapin l'évolution de la tuberculose aviaire³. C'est là un résultat singulièrement suggestif. Il donne à espérer que, de prophylactique qu'elle a été jusqu'ici, la vaccination contre beaucoup de maladies pourra devenir curative. Déjà l'injection de sérum de chien faite à des tuberculeux semble avoir amélioré leur état. Dans cet ordre d'idées il convient de citer les tentatives faites par les D^{rs} Picq et Bertin (de Nantes) pour guérir la tuberculose par injection de sang de chèvre. Ces traitements sont encore trop nouveaux pour qu'on soit en droit d'en juger la valeur.

Quant aux récents travaux du D^r Koch, on en a tant parlé qu'il serait superflu d'y revenir ici. Faisons cependant remarquer que, si le célèbre bactériologiste a réellement fait connaître toute sa méthode, elle ne renfermait aucune invention et se trouvait même en retard sur le mouvement contemporain, puisqu'il se bornait, a-t-il dit, à inoculer *sans sélection* les matières que son bacille excrète dans les cultures. Son insuccès ne doit cependant pas faire oublier un fait important, mis par lui en lumière : l'injection qu'il pratique exerce presque toujours, sinon toujours, outre un effet général sur l'organisme, une action locale élective sur les éléments pathologiques du tubercule. Il y a là une notion nouvelle dont les expérimentateurs devront tenir compte.

L'emploi de substances solubles pour produire l'immunité contre d'autres maladies virulentes a été tenté tout récemment par plusieurs physiologistes. Frankel, Behring, Gamaleia, Behring et Kitasato, Vaillard et Vincent, etc... sont arrivés ainsi à des résultats remarquables. Le premier de ces savants essaya d'abord de rendre réfractaires à

¹ Soc. de Biologie, 1890.

² C. R. de la Soc. de Biologie, 1888.

³ *Ibidem*, 1889 et 1890.

¹ Dr A. CHARRIN : La nature des sécrétions microbiennes, *Revue générale des Sciences*, 15 mars 1891, p. 429.

la diphtérie des cobayes par injection d'agents chimiques¹. Après avoir vainement éprouvé bon nombre de substances fabriquées dans les laboratoires, il renonça à cette méthode et fut plus heureux en employant dans le même but des cultures stérilisées à différentes températures. Ce sont les cultures *in vitro* du bacille diphtéritique, portées à 65° pendant une heure, qui ont donné les meilleurs résultats. Au-dessous de 60° les effets toxiques subsistent, quoiqu'atténués. Au contraire, si l'on chauffe jusqu'au voisinage de 100°, les propriétés vaccinantes disparaissent. On peut se demander, avec l'auteur, s'il existe plusieurs toxalbumines jouissant de propriétés physiologiques différentes, ou si c'est la même substance dont l'action est subordonnée à la température.

D'autre part, Behring² a réussi à rendre les cobayes réfractaires à la diphtérie en leur injectant le liquide pleural de cobayes morts eux-mêmes de cette maladie. Loin d'être sans danger, cette inoculation provoque la mort d'un grand nombre d'animaux. Mais il est intéressant de constater que ceux qui survivent deviennent réfractaires à l'infection.

Plus heureux que Fraenkel, Behring annonce avoir obtenu l'arrêt de l'infection virulente par injection de substances chimiques. La plus énergique serait le trichlorure d'iode en solution à 2 0/0. Malheureusement l'injection est suivie de sphacèle, d'eschare, et, fait plus grave, elle ne paraît pas agir quand l'infection diphtérique a eu lieu par le larynx ou la trachée, ces deux points d'élection de la diphtérie humaine.

Peut-être y aurait-il lieu de chercher dans le sang ou le sérum des souris ou des rats, une substance conférant l'immunité contre la diphtérie, puisque ces rongeurs se montrent naturellement réfractaires à l'infection.

Il semble que chez les animaux de cette sorte, c'est-à-dire naturellement réfractaires, les humeurs sont à la fois rebelles à la culture du microbe et destructives de ses toxines³. Gamaleia a fait à ce

sujet de curieuses observations, en étudiant la résistance naturelle du lapin au Vibron de Metschnikoff¹ : il a constaté que les produits toxiques du vibron sont réellement neutralisés ou détruits dans les tissus du lapin, car, après injection, on ne les retrouve plus dans l'urine ; il suffit, d'autre part, de triturer les tissus avec le liquide vaccinal pour faire perdre à ce dernier ses propriétés actives. — Gamaleia s'autorise de ces expériences pour établir une distinction fondamentale entre l'immunité naturelle et l'immunité acquise. Dans ce dernier cas, comme Charrin l'a observé le premier en étudiant la maladie pyocyanique, la vaccination n'augmenterait pas la résistance des animaux aux toxines directement injectées ; elle les rendrait seulement incapables de cultiver l'agent microbien qui excrète ces poisons.

Cependant Behring et Kitasato² sont arrivés à vacciner contre les toxines du tétanos avec le sang de lapins rendus réfractaires. Le sérum de ces animaux posséderait la propriété de neutraliser les poisons excrétés par les bacilles virulents et conserverait cette propriété quand il est transporté dans d'autres animaux. Pour le tétanos l'action est immédiate : chez la souris infestée présentant déjà des contractures, l'injection de sang de lapin devenu réfractaire fait disparaître immédiatement les phénomènes morbides.

C'est là un résultat considérable, sur la portée duquel, en terminant ce long article, nous appelons tout particulièrement l'attention du lecteur. Bien que les méthodes que nous venons d'exposer n'aient encore conduit à aucune application pratique, il importait, croyons-nous, de les signaler en raison de l'avenir qu'elles préparent à l'hygiène. Grâce à elles, en effet, nous entrevoyons aujourd'hui, avec la possibilité de conférer au moyen de substances solubles³ l'immunité contre les affections contagieuses, l'espoir d'enrayer ces maladies lorsqu'elles sont déjà déclarées.

Louis Olivier.

¹ FRAENKEL, Untersuchungen über Bakterungifte. Emmunisirungsversuche bei Diphtherie. Berlin, *Klin. Wochenschrift*, 3 décembre 1890.

² BEHRING, De la vaccination contre la diphtérie chez les animaux, *Deutsche Medicin. Wochenschrift*, 10 décembre 1890.

³ Remarquons toutefois que les faits qui ont conduit à cette hypothèse sont encore trop peu nombreux pour nous permettre de formuler une loi générale.

¹ GAMALEIA, De l'immunité pour le Vibron de Metschnikoff, *Bulletin médical*, 14 décembre 1890.

² BEHRING ET KITASATO, in *Deutsche medicne Wochenschrift*, du 4 décembre 1890.

³ L'emploi aseptique de ces substances, lorsqu'elles seront chimiquement déterminées et dosées, aura l'avantage de préserver à la fois de tout risque soit d'infection, soit d'intoxication.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1^{re} Sciences mathématiques.

Appell (P.). — *Professeur à la Sorbonne.* — Sur les lois des forces centrales faisant décrire à leur point d'application une conique, quelles que soient les conditions initiales. — (*American Journal of Mathematics*, vol. XIII, n° 2.)

L'auteur présente une application de la curieuse transformation qu'il avait exposée précédemment dans le même journal, et qui fait correspondre au mouvement d'un point sous l'action de forces données un autre mouvement dont la trajectoire est homographique de la première.

Il s'agit, cette fois, comme le montre le titre même de l'article, d'un problème bien connu, posé par M. Bertrand et résolu par MM. Darboux et Halphen. La transformation homographique permet de ramener cette question à une autre tout analogue, mais où les forces centrales sont remplacées par des forces parallèles. Au problème ainsi simplifié on applique encore la solution d'Halphen; mais les calculs assez complexes qu'interviennent dans cette solution se trouvent, ainsi qu'il était à prévoir, notablement réduits.

M. Appell termine son article en signalant une transformation voisine de la précédente, et par laquelle on passe d'un mouvement plan à un mouvement sphérique. On obtient ainsi les lois des forces qui font décrire au point mobile sur la sphère une conique sphérique, quelles que soient les conditions initiales du mouvement.

F. HADAMARD.

Mathieu (Emile). — *Théorie de l'Elasticité des corps solides*, 2^e partie In-4° de 184 pages, Gauthier-Villars et fils, 55, quai des Grands-Augustins, 1890. (Prix de ce 2^e volume, 9 fr.; 1^{er} vol., 11 fr.)

Emile Mathieu, le savant professeur de la Faculté de Nancy, que la science a perdu le 19 octobre dernier et auquel la *Revue* a consacré une Notice nécrologique dans son numéro du 15 novembre, a pu terminer avant de mourir le second volume de la *Théorie de l'élasticité des corps solides*.

Nous avons dit tout le bien que nous pensions du premier ¹; le second nous oblige à répéter les mêmes éloges. L'auteur s'occupe d'abord de la propagation du mouvement dans un milieu indéfini et examine successivement les vibrations longitudinales des tiges et des lames droites, la vitesse du son dans un cylindre ou dans une plaque plane, le mouvement transversal des lames encastées ou libres, la propagation d'un mouvement vibratoire dans une lame indéfinie, et termine le premier chapitre par l'étude des mouvements vibratoires d'une tige cylindrique.

Ce sujet avait déjà été traité partiellement dans la première partie à propos de la déformation des tiges minces; on sait que les procédés de Kirchhoff et de Clebsch et l'application qu'ils ont faite dans ce cas des formules de de Saint-Venant sur la flexion et la torsion des prismes, laissent à désirer; cependant lorsque la tige est droite et la déformation petite, l'erreur paraît faible; Mathieu reprend la question, d'une part à l'aide d'un procédé analytique qui lui est propre et, d'autre part, à l'aide d'une méthode de calcul due à Poisson; il arrive ainsi à des résultats différents entre eux et différents de ceux de Kirchhoff; il les étudie, les compare, explique les contradictions et montre avec une grande clarté que les opérations obtenues par sa méthode re-

présentent avec une grande approximation les équations du mouvement vibratoire.

Il aborde alors l'équilibre d'élasticité et le mouvement vibratoire des lames courbes, en les supposant homogènes et d'épaisseur très petite. C'est là un sujet difficile que Mathieu parvient à traiter, même dans le cas de l'épaisseur variable, en supposant que les déplacements s'effectuent perpendiculairement aux génératrices des cylindres qui limitent la lame et de la même manière tout le long de la même génératrice.

Il termine enfin le volume par deux études, l'une sur le mouvement vibratoire des cloches, l'autre sur l'équilibre d'élasticité d'un prisme rectangle, dont les résultats lui appartiennent à peu près en propre. La première est la reproduction d'un beau Travail paru en 1882 dans le journal de l'Ecole Polytechnique, la seconde est la solution complète, dans le cas où le problème ne dépend que de deux dimensions, de cette grande question, non résolue encore dans le cas général de l'équilibre du prisme rectangle.

Ce Traité de l'élasticité des corps solides est à la hauteur des meilleures œuvres d'Emile Mathieu; il contribuera avec la Dynamique analytique, le cours de Physique mathématique, les théories de la Capillarité, du Potentiel, de l'Electrostatique, et de l'Electrodynamique que la maison Gauthier-Villars a successivement publiés, à maintenir le nom du regretté savant à un haut rang dans la science.

L. O.

Voyer (J.). — *Capitaine du Genie.* Des ascensions aéronautiques libres en pays de montagnes et particulièrement à Grenoble. (1 fr. 50). Berger-Levrault, 1891, 5, rue des Beaux-Arts.

Les esprits aventureux, si vivement attirés par les traversées des mers, n'ont jamais songé à l'aérostation en pays de montagnes. Les difficultés sont pourtant de même ordre, et les qualités à déployer, identiques. Et en même temps, quel beau voyage! Ces vues superbes que l'alpiniste s'en va chercher au prix des plus grandes fatigues sur les pics élevés, l'aéronaute, tranquillement assis dans sa nacelle, en jouirait sans effort, et les verrait se renouveler à chaque instant devant ses yeux.

Ce que l'esprit d'aventure n'a pas tenté à temps, la science aéronautique est maintenant en mesure de le réaliser méthodiquement. La solution de cette question s'impose pour parvenir à doter nos places fortes des régions montagneuses de l'Est et du Sud-Est des mêmes moyens de communications avec l'extérieur que celles des pays de plaine.

Le travail du capitaine Voyer ouvre la voie dans cette nouvelle circonstance de navigation aérienne. Le problème étant neuf, l'auteur en examine et en discute toutes les conditions. Il montre dans quels cas il est réalisable et il a le mérite de pouvoir en formuler les règles précises. Ce qu'il faut posséder avant tout, c'est une connaissance parfaite de la topographie de la contrée, que peut fournir seule l'étude préalable et approfondie des cartes d'Etat-major, afin de pouvoir se rendre compte dès le début d'une ascension aussitôt la direction reconnue, des difficultés à vaincre et de la distance qu'on peut espérer parcourir. Pendant le voyage la carte ne sera pas moins utile à l'aéronaute; elle lui permettra de repérer à chaque instant sa position, de mesurer la vitesse du vent, la hauteur de l'obstacle à franchir, et de manœuvrer avec précision pour s'élever à temps au-dessus d'un obstacle sans le heurter, mais sans cependant commencer trop tôt pour ne pas perdre un lest précieux. La connaissance du régime des vents

¹ *Revue*, n° 11, 15 juin 1890, page 310.

en pays de montagnes permettra aussi dans certains cas de se laisser porter sans crainte vers une cime infranchissable, si l'on sait qu'au voisinage de cet obstacle le vent s'infléchit et dirige de lui-même l'aérostât vers un col aisément praticable. En outre le souci de l'atterrissage prend une importance bien plus considérable qu'en terrain plat, car il faut éviter d'aller s'échouer sur une région inabordable ou dépourvue de moyens de communications. Il faut parfois avoir la prudence de s'arrêter en avant d'une montagne accessible lorsqu'en arrière s'étend une région inhospitalière.

M. Voyer applique ensuite ces considérations générales à la place de Grenoble. Cette ville, entourée de montagnes dont quelques-unes atteignent 3000 mètres, offre un champ d'expériences des mieux appropriés. Le ballon normal des parcs militaires français, destiné avant tout aux ascensions captives, permettra déjà, malgré ses faibles dimensions, d'atteindre des distances considérables. On pourra, suivant la direction du vent, franchir en entier le massif de la Grande-Chartreuse et gagner Chambéry, ou remonter le Grésivaudan et la Haute-Isère jusqu'aux ouvrages d'Albertville, ou encore, au Sud, triompher du massif du Dévoluy pour parvenir à la région de Gap. Ce dernier itinéraire est le seul que M. Voyer ait eu l'occasion d'effectuer jusqu'ici. Il s'est accompli rigoureusement dans les conditions prévues, et a fourni ainsi la confirmation expérimentale des principes établis par l'auteur.

Enfin, à l'intérêt scientifique qu'il présente, le travail de M. Voyer en joint un nouveau, car il est l'œuvre tout à la fois d'un officier passionné pour son art et d'un alpiniste fervent.

EDGARD HATMIÉ.

2° Sciences physiques.

Thiesen (Max.).— *Beitrag zur Dioptrick (contribution à la dioptrique). Académie de Berlin, volume de 1890.*

Dans cet important travail, l'auteur part du théorème de Fermat : « la lumière emploie toujours le temps le plus court pour passer d'un point à un autre », pour résoudre un certain nombre de problèmes relatifs aux systèmes centrés. En désignant par n une quantité inversement proportionnelle à la vitesse de la lumière, par ds l'élément du chemin parcouru, nds sera proportionnel au temps employé, et la condition du minimum sera contenue dans l'équation.

$$\int nds = 0$$

En ne conservant, dans le calcul pour un système centré, que les termes de premier ordre, on trouve très facilement les principaux théorèmes de la dioptrique de Gauss, tandis que les termes de second ordre donnent la raison des observations aux surfaces sphériques, montrent les inconvénients des diaphragmes non symétriques, etc. La plupart des calculs ne sont qu'indiqués; l'auteur se propose de les publier prochainement in-extenso.

Ch. Ed. GUILLAUME.

Schumann (Victor).— *Sur la détermination de la sensibilité des plaques photographiques au moyen du spectroscope. Chemical News, 16 janvier 1891.*

L'emploi des plaques isochromatiques, qui sont sensibles aussi bien aux radiations rouges ou jaunes qu'aux radiations bleues et violettes, ne permet plus l'usage des sensitomètres anciennement employés, et notamment du plus pratique, le sensitomètre Warnecke. Ces appareils ne laissent passer en effet qu'un petit nombre de radiations et ne donnent pas, par conséquent, la sensibilité absolue d'une plaque impressionnable dans toute l'étendue du spectre. On est obligé alors d'avoir recours au spectroscope, et de préparer au moyen de la plaque à examiner une photographie du spectre solaire. M. Schumann, en étudiant cette opération, est arrivé aux conclusions suivantes :

1° Il faut avoir soin d'employer des spectroscopes ne contenant pas de flint lourd qui absorbe fortement les radiations violettes ou ultra-violettes. La partie optique doit être construite en quartz ou sinon en verre léger.

2° On ne peut comparer les sensibilités de deux plaques d'après les intensités des images formées dans un même temps.

Certaines substances, difficilement réductibles par la lumière, donnent au développement, dès qu'il y a commencement de décomposition, des images très intenses.

Pour obtenir une comparaison rationnelle, il faut tirer une série de clichés, correspondant à des temps de pose différents, en commençant par des durées très courtes, et les augmentant graduellement. En opérant de cette façon, on constate que ce ne sont pas du tout les plaques qui donnent en un temps donné les images les plus intenses, qui permettent d'obtenir dans le plus court temps de pose une image nettement développable.

Georges CHARY.

Sur le poids atomique de l'oxygène.

Cooke (J.-P.) et Richards (Th. W.). — *Chem. Amer. Journ.* 10.81 et 191.

Keiser (E.H.). — *Chem. Amer. Journ.* 11.398.

Noyes (W. A.). — *Chem. Amer. Journ.* 11.435 et 12.441.

Crafts (J.). — *Comptes rendus, Acad. Sc.* 106.1662.

Le poids atomique de l'oxygène est depuis quelque temps l'objet de travaux de revision, sinon définitivement concluants, du moins très importants. On sait qu'on s'en est rapporté pendant de longues années au résultat du célèbre Dumas. Ses recherches l'avaient conduit à la valeur $O = 15,96$. Mais, en raison d'une cause d'erreur découverte après les expériences, et peut-être aussi de l'idée préconçue qu'on avait alors de regarder tous les poids atomiques comme des multiples entiers de celui de l'hydrogène, Dumas avait adopté la valeur $O = 16$. Ce nombre a été accepté sans discussion jusqu'à l'époque des travaux de M. Stas. C'est alors seulement qu'on s'est demandé s'il ne conviendrait pas de revenir à la valeur 15,96 plus conforme aux données de l'expérience.

On se rappelle que les recherches classiques sur la composition de l'eau consistaient à diriger un courant d'hydrogène pur et sec sur un poids donné d'oxyde de cuivre chauffé, et à peser l'eau formée. La perte de poids de l'oxyde de cuivre étant égale à la quantité d'oxygène contenu dans l'eau recueillie, le poids de l'hydrogène s'estimait « par différence ». Cette estimation était évidemment entachée d'une double incertitude provenant des erreurs que l'on pouvait commettre sur le poids de l'eau et sur celui de l'oxygène. C'est ce qui faisait dire à Dumas¹ que « de toutes les analyses qu'un chimiste peut se proposer, celle de l'eau est celle qui comporte le plus d'incertitude. En effet, ajoutait-il, une partie d'hydrogène se combine avec huit parties d'oxygène pour former de l'eau, et rien ne serait plus exact que l'analyse de l'eau, si l'on pouvait peser l'hydrogène et peser l'eau qui proviendrait de sa combustion ».

C'est précisément de ce principe si clairement énoncé par Dumas que sont inspirées les recherches récentes entreprises sur le poids atomique de l'oxygène.

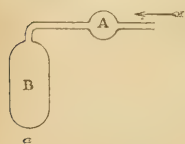
M. Cooke et Richards ont pesé l'hydrogène dans un ballon de verre, en prenant toutes les précautions indiquées par Regnault pour la pesée des grands appareils de verre.

M. Keiser a utilisé la propriété du palladium de condenser l'hydrogène à basse température et de le laisser se dégager lorsqu'on vient à le chauffer. La perte de poids de l'appareil contenant l'hydrure de

¹ *Ann. Chim. Phys.*, (3) 8.198.

palladium est égale au poids de l'hydrogène contenu dans l'eau recueillie.

Enfin M. Noyes dirige un courant d'hydrogène aussi pur que possible dans une ampoule A contenant de l'oxyde de cuivre chauffé. A la suite de cette ampoule



est soudé un tube B fermé à son extrémité a, dans lequel l'eau formée vient se condenser. On conçoit aisément que l'augmentation de poids de l'appareil, après la combustion, représente le poids de l'hydrogène brûlé. On fait ensuite le vide dans le tube, en le portant à une température un peu élevée pour chasser toute l'eau formée. La perte de poids de l'appareil est égale à la quantité d'eau formée.

Tels sont les dispositifs fort ingénieux par lesquels on a cherché à réaliser la pesée directe de l'hydrogène. Il nous reste à examiner les résultats qu'ils ont donnés. MM. Cooke et Richards avaient trouvé comme moyenne de 16 déterminations $O = 15,953$. Lord Rayleigh fit remarquer que la pesée de l'hydrogène dans un ballon de verre comportait une erreur résultant de la poussée de l'air extérieur sur le ballon vide. MM. Cooke et Richards déterminèrent alors la correction relative au ballon qu'ils avaient employé, ce qui les conduisit à la valeur $O = 15,869$.

M. Keiser, dont la méthode est celle qui comporte le moins de corrections, a trouvé la valeur $O = 15,949$ comprise entre les limites extrêmes 15,938 et 15,943 (10 déterminations).

Enfin M. Noyes donne comme résultat de ses recherches $O = 15,896$ (24 déterminations).

Eu égard à certaines réserves formulées par M. Noyes lui-même sur ses propres expériences et sur celles de MM. Cooke et Richards, il semblerait que les résultats de M. Keiser sont jusqu'à présent les plus rapprochés de la vérité.

Il est assez difficile de se prononcer sur cette question. Mais il faut cependant reconnaître que cette dernière conclusion paraît confirmée par une observation de M. Crafts. Après avoir appliqué aux observations de Regnault la correction relative à la déformation des ballons vides par la poussée de l'air, ce savant trouve pour densité de l'oxygène 15,91 pour $H = 1$. Or, si l'on admet d'après M. Scott qu'un volume d'oxygène se combine avec 1,9965 volume d'hydrogène pour former de l'eau, on déduit pour le poids atomique de l'oxygène la valeur $O = 15,94$. Ce nombre est très voisin de 15,95 trouvé par M. Keiser, très voisin lui-même du résultat $O = 15,96$ des expériences de Dumas. L'avenir nous dira si ces résultats peuvent être considérés comme définitifs.

Ph. A. GUYE.

Doelter (Corn.). — *Minéralogie chimique générale*. 1 vol. in-8° de 278 p. avec 14 fig. dans le texte. Leipzig, W. Engelmann, 1890, broché, 8 fr. 75; relié, 9 fr. 70.

Ce livre est un traité de minéralogie considérée exclusivement au point de vue de ses relations avec la chimie; il se divise en six chapitres.

Le premier, intitulé introduction, rappelle les lois fondamentales qui président à la composition des espèces chimiques, la théorie atomique, la nomenclature chimique, en prenant, autant que possible, les exemples parmi les minéraux. Le deuxième chapitre, sous le titre de cristallogénie expose principalement les théories du polymorphisme et de l'isomorphisme. Le troisième est consacré à l'analyse chimique des minéraux, analyse qualitative, particulièrement essais au chalumeau, analyse pyrognostique, réactions microchimiques, tableaux des réactions données par chaque élément dans ces divers genres d'essais; puis analyse quantitative, comprenant la description des procédés d'analyse immédiate des espèces minérales, suivie de

vingt et un exemples détaillés d'analyses quantitatives complètes d'autant de minéraux choisis parmi les plus importants. — Le chapitre suivant présente un résumé bien complet de ce qu'on sait aujourd'hui des procédés de synthèse des minéraux, méthodes usitées dans les laboratoires, aussi bien que reproductions purement accidentelles. Dans la division du livre qui vient ensuite, on trouve l'exposé des transformations ou altérations que subissent les minéraux sous l'action des agents physiques ou chimiques, naturels ou artificiels. On est ainsi bien préparé à comprendre la portée du chapitre vi qui traite de la formation des minéraux dans la nature. Ces trois parties du livre sont d'autant plus intéressantes que M. Doelter y a introduit les résultats fournis par un très grand nombre d'expériences et d'observations personnelles. On sait en effet que ce savant minéralogiste a notamment réussi à reproduire beaucoup d'espèces minérales en s'astreignant à ne mettre en œuvre que des procédés empruntés au grand laboratoire de la nature. — Enfin le septième et dernier chapitre, faisant plus particulièrement suite au premier et au troisième, traite de la composition et de la constitution chimique des minéraux et se termine par une liste étendue donnant, sous une classification chimique, les noms et les formules de toutes les espèces bien définies, avec la mention de leur système cristallin.

Nous croyons devoir recommander ce livre aux lecteurs français à cause de l'élégance et de la clarté du style de l'auteur; on y trouvera rassemblés sous un petit volume et une forme agréable bien des renseignements qu'on ne trouverait ailleurs que plus difficilement.

Léon Bourgeois.

3° Sciences naturelles.

Fisher (Rev. Osmond). — *Physics of the Earth's Crust* (*Physique de l'écorce terrestre*) (12 fr. 50), 24^e ed., altered and enlarged, in-8°, xvi—391 p. London, Macmillan, and Co 29, Bedford Street Covent Garden, 1889.

Depuis les travaux d'Hopkins et de Sir W. Thomson, les savants anglais ont plus d'une fois essayé d'appliquer les méthodes mathématiques aux données de la géologie: Mallet, G. Darwin, M. Davison et d'autres se sont successivement fait connaître à ce point de vue. Dès 1881, M. O. Fisher publiait sous le titre de *Physics of the Earth's Crust*, une série d'études sur les problèmes, délicats entre tous, qu'offrent aux méditations du penseur l'état de l'intérieur du globe et le mécanisme de son évolution.

La seconde édition de cet ouvrage, que l'auteur s'est décidé à faire paraître avant l'épuisement complet de la première, s'en distingue par de nombreuses modifications de détail et par d'importantes additions. Assurément, les résultats de spéculations comme celles auxquelles M. Fisher s'est livré ne sauraient prétendre en aucune manière, dans l'état actuel de la science, à obtenir l'assentiment unanime des personnes compétentes: rien n'est plus obscur, comme on sait, que tout ce qui a trait aux régions profondes de l'écorce terrestre, aux conditions de température et de pression qui y règnent, à la manière dont les substances minérales s'y comportent, etc. On peut même se demander, en présence de l'incertitude forcée des données numériques, si l'emploi du calcul intégral, en partant d'une base aussi mal assurée, ne constitue pas une dangereuse illusion. Ne serait-ce pas le cas de répéter le mot célèbre d'Huxley, stigmatisant avec tant de justesse l'application inopportune de l'outil mathématique?

Malgré ces réserves, visant comme on le voit l'esprit même de l'ouvrage, la lecture de ce livre n'en sera pas moins profitable aux géologues: M. Fisher aborde, en effet, une foule de questions et remue beaucoup d'idées, dont plus d'une peut se trouver porter juste. Repoussant l'hypothèse de la solidification complète, l'auteur admet qu'il existe, au-dessous d'une croûte très mince, une zone liquide continue formée d'un magma conte-

nant des gaz en dissolution, conformément à la loi de Henry; dans ce « substratum » fluide, sur lequel l'écorce repose en état d'équilibre hydrostatique, se produisent des courants de convection, que M. Fisher considère comme une cause adéquate pour expliquer tous les mouvements différentiels dont la géologie a découvert les traces (?). Les révélations récentes fournies par le fil à plomb, le pendule et le thermomètre sont invoquées tour à tour, comme venant à l'appui de cette théorie, destinée, aux yeux de l'auteur, à remplacer l'hypothèse communément admise de la contraction de l'intérieur du globe par suite de son lent refroidissement, hypothèse dont M. Fisher croit être parvenu à démontrer l'inanité.

Toute appréciation de tendances mise à part, on regrettera que le savant géophysicien d'Hartlon n'ait pas cru devoir tenir compte davantage des travaux publiés en dehors de son pays : à cet égard, l'ouvrage manque un peu d'actualité; il est cependant facile aujourd'hui de se renseigner sur les publications concernant la physique terrestre, grâce aux excellents rapports spéciaux que MM. Hergesell et Rudolph insèrent tous les deux ans dans le *Geographisches Jahrbuch* de Gotha.

Emm. de MARGERIE.

Schultze. — Sur les principes ternaires de réserve de quelques graines de Légumineuses. *Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft*, vol. VII, 1889.

L'étude au microscope a récemment montré que les graines des Légumineuses peuvent contenir quatre principes ternaires de réserve figurés : 1° l'amidon sous forme de grains contenus dans les cellules des cotylédons; 2° une cellulose particulière, ou cellulose de réserve, sous forme d'épaississements des membranes; 3° de l'amyloloïde sous le même état et qui se distingue de la cellulose particulièrement en ce qu'il bleuit directement par l'iode et 4° des épaississements mucilagineux gonflables par l'eau. Ces quatre substances sont utilisées par la graine, comme le montrent les observations faites avant et pendant la germination.

M. Schultze a retrouvé ces principes par l'analyse chimique directe. Ses recherches l'ont en outre conduit à reconnaître la présence de deux autres substances ternaires de réserve.

On savait déjà qu'en outre de l'huile dont la présence est générale, on trouvait du saccharose dans les graines de Fève et de Vesce. M. Mintz avait isolé dans la luzerne un hydrate de carbone soluble qu'il avait appelé galactine et qui donnait du galactose par l'acide sulfurique étendu et de l'acide mucique par l'acide nitrique. L'un des deux nouveaux hydrates de carbone isolés des Lupins par M. Schultze est la *β-galactone*, soluble, l'autre la *paragalactane* qui fait partie des épaississements des parois cellulaires. Tous deux possèdent les deux réactions signalées précédemment pour la galactine; ce sont des matières de réserve consommées pendant la germination, car tandis qu'ils existent dans les graines, ils ont complètement disparu dès les premiers jours de la germination.

Les graines de Légumineuses sont donc riches en matières de réserve et elles doivent être le siège de réactions chimiques particulièrement nombreuses et intéressantes pendant leur germination.

C. SAUVAGEAU.

Thouvenin (Maurice). — Recherches sur la structure des Saxifragacées. Thèse présentée à la Faculté des sciences de Paris, 1890.

Les Saxifragacées constituent une famille très hétérogène dans laquelle des botanistes de bonne volonté ont cru devoir faire rentrer des types très divers. C'est ce qu'on appelle une famille par enchaînement, c'est-à-dire dont les représentants se relient plus ou moins les uns aux autres par des caractères secondaires sans qu'il soit possible de leur attribuer une caractéristique générale. Ceci nous explique amplement ce

fait que les classificateurs ne s'accordent aucunement sur les limites qu'il faut assigner à la famille des Saxifragacées et nous ne sommes pas étonné de voir M. Maurice Thouvenin chercher dans les caractères anatomiques une caractéristique que n'a pu fournir l'étude des organes extérieurs.

L'auteur a fait dans ce but une étude complète et étendue des dix tribus que M. Van Tieghem fait rentrer dans les Saxifragacées; et la conclusion de son travail, c'est que les caractères anatomiques sont aussi variés que les caractères extérieurs. Si cette étude n'a pas fourni à M. Thouvenin les caractères généraux qu'il en attendait peut-être au début de son travail, elle lui a procuré du moins l'occasion d'établir la structure anatomique des principaux représentants de cette famille et son mémoire accompagné de 22 planches constitue un travail complet et consciencieux que pourront consulter avec fruit les botanistes, nombreux aujourd'hui, qui cherchent dans les caractères anatomiques le complément naturel des caractères extérieurs. M. Thouvenin ne s'est pas borné d'ailleurs à cataloguer les détails de structure qu'il a observés; il a cherché à les utiliser pour établir ou confirmer les formes de passage, soit entre les diverses plantes composant une même tribu, soit entre deux tribus différentes, soit enfin entre la famille des Saxifragacées et les familles voisines. C'est ainsi qu'il a trouvé chez les *Vahlia Capensis*, *Donatia Magellanica* (Saxifragées) et *Roussea simplex* (Brexiciées) un appareil sécréteur spécial qui établit un lien anatomique entre les plantes herbacées et ligneuses de la famille des Saxifragacées. Enfin il a mis en évidence un certain nombre de caractères qui permettent de relier la famille des Saxifragacées aux familles des Crassulacées, Rhamnées et Sambucées.

Henri LECOMTE.

Hugo de Vries. — Die Pflanzen und Thiere in den dunklen Räumen der Rotterdamer Wasserleitung. (Les Plantes et les animaux dans les espaces obscurs des conduites d'eau de Rotterdam). Bericht über die biologischen Untersuchungen der Crenothrix-Commission zu Rotterdam vom Jahre 1887, Jena 1890.

La ville de Rotterdam utilise les eaux de la Meuse après les avoir purifiées par un repos et une filtration à travers des couches de sable. Depuis l'établissement des travaux de filtration en 1874 jusqu'en 1887, cette eau, ainsi purifiée, servait à tous les besoins de la ville; lorsqu'au printemps de 1887, les conduites d'eau furent envahies par une algue de la famille des Bactériacées, le *Crenothrix Kuhniana* ou bactérie ferrugineuse qui communiqua aux eaux une couleur de rouille. L'invasion du *Crenothrix* n'était pas un fait nouveau, on l'avait déjà constatée dans les conduites d'eau des villes de Berlin, de Hambourg, et M. Giard l'a signalée à Lille. A Rotterdam, cette invasion coïncida avec l'extension des bassins de réception et de filtration qui devaient décupler la quantité d'eau pure livrée à la ville. Le *Crenothrix* a déjà été étudié par M. S. Winogradsky¹; il est formé de filaments très ténus invisibles à l'œil nu et formant, en masse, des houppes brunes, dont les plus volumineuses atteignent un centimètre de longueur. Les cellules qui composent les filaments sont réunies par une gaine, d'abord très mince, mais cette gaine s'épaissit peu à peu et prend une couleur brune par suite de la précipitation d'oxyde de fer dans sa masse; cette circonstance explique le nom de bactérie ferrugineuse donnée à cette plante. On la nomme aussi la peste des conduites d'eau, car elle rend en effet, par sa présence, les eaux impropres aux usages domestiques et son apparition prend les proportions d'une véritable calamité. Une commission fut nommée pour étudier les causes de cette invasion et les moyens d'y remédier; elle s'adjoignit M. Hugo de Vries, professeur à l'Université d'Amsterdam.

¹ S. Winogradsky Ueber Eisenbakterien Bot. Zeit. 1888.

C'est dans le travail publié par ce savant que nous puissions les indications suivantes.

L'examen de la terre située entre les bassins de filtration montre que le *Crenothrix* n'y végète pas : le sol n'est donc pas à incriminer dans cette circonstance. Par contre, l'eau des bassins est très impure et contient une végétation et une faune variées, parmi lesquelles le *Crenothrix* est abondant. Des bassins ouverts où elle se dépouille de ses sédiments, l'eau arrive à la pompe élévatrice en circulant dans des conduits fermés, obscurs, où la végétation des organismes verts est supprimée, mais la faune est encore richement représentée par des Mollusques, des Crustacés, des Bryozoaires, des Polypes hyraires, des Eponges, et la flore par des Diatomées, des Desmidiées, des Bactéries, etc. Ces êtres forment un revêtement plus ou moins épais sur les parois des canaux et abritent des Crustacés, des Infusoires, etc.

Cependant malgré ses impuretés, l'eau qui sort des bassins de filtration était restée pure pendant longtemps (de 1874 à 1887).

M. Hugo de Vries rappelle à ce propos le travail de M. Piefke¹ sur le rôle des Bactéries dans la purification des eaux.

Dans les bassins de filtration, il se développe, en effet, à la surface du sable, des Bactéries agrégées sous l'aspect de zooglea gélatineuses; la masse de gelée qu'elles constituent pénètre peu à peu et très lentement dans le sable et recouvrant les grains de quartz d'un enduit visqueux, joue un rôle très important dans la filtration en retenant tous les organismes que l'eau renferme. Quand cette couche de Bactéries gélatineuses manque, la filtration est incomplète et l'eau qui sort du filtre renferme encore beaucoup d'impuretés.

De temps en temps on est obligé de nettoyer les filtres en enlevant une partie du sable, la couche des Bactéries, qui exige un certain temps pour sa reconstitution, est alors très mince, et la filtration est incomplète; aussi à ce moment fait-on circuler l'eau très lentement. Mais quelque précaution que l'on prenne, chaque nettoyage du filtre amène un certain nombre de spores dans le sable pur du filtre, dépourvu de Bactéries gélatineuses; ces spores sont entraînées par un courant plus rapide et l'eau est ainsi contaminée.

Toutes les causes qui déchirent le voile gélatineux de la partie supérieure du filtre auront le même résultat; telles sont notamment la formation de bulles d'air introduites à chaque nettoyage et qui remontent à la surface au moment du remplissage du filtre; l'affouillement du sable par les vers, les anguilles, etc.

Mais si ces dernières circonstances peuvent amener, en petite quantité d'ailleurs, les spores de *Crenothrix* dans l'eau des conduites de la ville, les matières nutritives font défaut et l'Algue ne se multiplie pas. C'est ce que démontre nettement le fait constaté plus haut, que l'eau se soit maintenue pure pendant plusieurs années à Rotterdam, avant l'établissement de nouveaux travaux.

C'est dans les travaux neufs que devait être cherchée la cause de l'invasion. La commission a constaté en effet que les nouveaux bassins de filtration, établis sur un sol meuble, se sont crevassés et par les crevasses l'eau impure a pénétré dans les conduites d'eau en les contaminant. En effet, non seulement le *Crenothrix* était abondant, mais de petits crustacés *Aesulus aquaticus*, *Gammarus Pulex* accompagnaient l'Algue en proportion considérable. D'autre part la Commission démontra que le bois employé dans la construction des conduites d'eau se décomposait lentement, les produits de décomposition servant à la nourriture des Crustacés et de l'Algue et se mélangeant aux détritus de ces êtres ont souillé l'eau dans toute la ville.

¹ C. PIEFKE. Die Principien der Reinwassergewinnung vermittelst Sandfiltration Berlin 1887, und Aphorismen über Wasserversorgung. Zeitschrift. f. Hygiene von Koch und Flügge, 1889.

La réfection des travaux, la suppression du bois dans les conduites d'eau s'imposait dès lors, et la commission, d'après ses observations a pu affirmer que la pureté des eaux n'aurait plus rien à craindre après l'achèvement des travaux qu'elle proposait.

L. MANGIN.

Ray Lankester (E.). — The advancement of Science, occasional Essays and Addresses, (13 fr.) London, Macmillan and Co, Bedford Street 29, Covent Garden, Londres, 1890.

Sous ce titre l'auteur a réuni en un volume un certain nombre de conférences et d'articles de revues. Quelques-uns de ces articles publiés il y a plus de 10 années n'ont guère plus qu'un intérêt historique, tels : l'article « Parthenogenesis » et celui qui a pour titre « A theory of Heredity »; le premier parut en 1872 à propos d'un mémoire de Siebold sur la Parthénogénèse des arthropodes, le second en 1876 à propos d'une brochure de Haeckel « Perigenesis der Plastidule ». D'autres questions traitées il y a quelques années également sont mises au courant de la science au moyen de notes additionnelles; par là ce livre acquiert un vif intérêt en ce qu'il montre succinctement les progrès réalisés en un temps relativement court. On peut citer particulièrement sous ce rapport les chapitres intitulés « Pasteur and Hydrophobia » et « The international Fisheries exhibition ». C'est dans cette dernière conférence que M. Ray Lankester, en 1883, fit voir l'utilité pour l'Angleterre de fonder des laboratoires maritimes semblables à ceux de France et au laboratoire de Naples. Il n'existait rien de pareil à cette époque en Angleterre et l'auteur nous fait connaître dans un appendice l'heureuse suite donnée à son idée. Une association dite « Marine biological Association of the united Kingdom » fut créée et le professeur Huxley en fut nommé président. La compagnie des marchands de poisson (Fishmongers company), les principales compagnies de Londres (merciers, drapiers, orfèvres, épiciers), les universités d'Oxford et de Cambridge, l'Association britannique pour l'avancement des sciences, les pouvoirs publics enfin, apportèrent leur concours à l'œuvre nouvelle et bientôt fut créé le laboratoire de Plymouth. L'outillage de ce laboratoire ne laisse rien à désirer et il a été publié déjà quatre fascicules d'un journal consacré aux travaux du laboratoire et aux rapports du conseil de l'Association.

Nous voyons là un des effets de l'initiative privée si puissante en Angleterre, mais qui, au dire de l'auteur, s'exerce plus souvent en faveur des questions purement mercantiles qu'en faveur des questions de science.

D'ailleurs ce n'est pas seulement au public anglais qu'il s'en prend. Dans un chapitre intitulé « Biology and the State » M. Ray Lankester compare dans les différents pays la part prise par les gouvernements au progrès des sciences. Il remarque qu'en Angleterre, plus peut-être que partout ailleurs, les particuliers favorisés de la fortune se vouent aux investigations scientifiques, mais que le gouvernement ne fait rien ou à peu près même pour les sciences susceptibles d'applications directes dans les services publics. A propos des institutions scientifiques soutenues en France par le Gouvernement, il cite tout particulièrement le Collège de France. Il voudrait voir une semblable institution à Londres et il estime que ce serait un grand pas fait pour combler le vide dont souffre la science anglaise. Il fait remarquer qu'en Angleterre pour 23 millions d'habitants il n'y a que quatre universités dotées et pourvues de chaires par le gouvernement, savoir : Oxford, Cambridge, Durham et Victoria (Owens' College). Dans un appendice il rappelle toutefois la part prise plus récemment par les pouvoirs publics qui ont fait les frais de l'expédition du Challenger et des publications relatives aux découvertes réalisées dans cette mémorable campagne.

Citons encore parmi les plus intéressants chapitres de ce livre, celui qui a pour titre « Degeneration, a

chapter in Darwinism ». L'auteur établit que la mise en jeu des forces connues sous le nom de « Sélection naturelle » peut aboutir à trois résultats :

1° *Le statu quo* (balance).

2° L'accroissement de complexité de structure (élabo-ration).

3° La simplification de structure (dégénération). On ne s'est pas suffisamment préoccupé de ce dernier cas, bien que, suivant M. Ray Lankester, il soit très utile à considérer et permette d'élucider nombre de questions douteuses. La « dénération » peut être définie : un changement graduel de la structure dans lequel l'orga-nisme s'adapte à des conditions de vie moins variées et moins complexes, tandis que l'« élaboration » est un changement graduel de structure dans lequel l'orga-nisme s'adapte à des conditions d'existence plus variées et plus complexes. L'élaboration d'un organe peut être l'accompagnement nécessaire de la dénération de tous les autres; en fait c'est généralement le cas; et c'est seulement lorsque le résultat total de l'élabo-ration de quelques organes et de la dénération des autres est tel qu'il laisse l'animal dans une condition inférieure à celle de la forme ancestrale à laquelle on le compare, que l'on dit de cet animal qu'il est en état de dénération. — L'auteur cite un certain nombre d'exemples et montre qu'il existe quatre causes principales de dénération savoir : 1° le parasitisme; 2° la fixité ou immobilité; 3° le mode de nutrition; 4° l'ex-cessive réduction de taille; chacune de ces causes pou-vant intervenir séparément ou agir en commun avec une ou plusieurs des autres. — Une note additionnelle traite de ce qui peut être considéré comme dénéra-tion dans le langage.

Somme toute, cet ouvrage, bien qu'il aborde des ques-tions très diverses et qui n'ont aucun lieu commun, offre un réel attrait que vient augmenter une édition soignée où les figures nécessaires à la clarté du texte sont données en quantité suffisante.

D^r H. BEAURECARD.

Albert I^{er}, Prince de Monaco. — *Zur Erforschung der Meere und ihrer Bewohner* — *Gesammelte Schrif-ten, aus dem Französischen von D^r EMIL VON MARENZELLER*, 1 vol. in-8 de XVI-206 pages avec 39 fig. dans le texte. Vienne Alfred Holder, 1891.

Le public scientifique de langue allemande manifeste depuis plusieurs années un grand intérêt pour les études relatives à l'exploration des mers. Sans parler du traité classique d'Océanographie d'Altmayer, auquel ont collaboré quelques-uns des savants les plus distin-gués de l'Autriche, de celui de Boguslawski, Krümmel et Zöppritz, etc., il suffira de rappeler que ce sont les Allemands et les Autrichiens qui ont fait en 1889 et en 1890 les deux campagnes de recherches maritimes les plus récentes. (Voyage du *National*, plus connu sous le nom d'expédition du *Plankton*, dirigé par le P^r Hen-sen; voyage de la *Pola*, effectué sous les auspices de l'Académie des Sciences de Vienne.) — C'est à ce mou-vement d'opinion que répond le présent ouvrage et l'on peut dire que le D^r E. von Marenzeller, conservateur au Musée zoologique de Vienne, a été bien inspiré en traduisant et en groupant en un volume la plupart des notices publiées par le Prince de Monaco à l'occasion des voyages du yacht *l'Hirondelle*. Sa traduction, extrême-ment fidèle, se recommande en outre par une grande clarté et un respect absolu de la pensée de l'auteur. On sent qu'elle est l'œuvre d'un spécialiste convaincu, pour lequel les divers sujets traités par le Prince offraient un réel intérêt. — Le D^r Von Marenzeller a été en effet l'un des principaux organisateurs de l'expédition de la *Pola*, à laquelle il a du reste pris part comme zoologiste. Son livre sera lu avec plaisir par toutes les personnes qui suivent quelque peu le mouvement scientifique et beaucoup garderont volontiers, réunis en volume, les travaux du prince de Monaco, plus ou moins épars dans les publications françaises telles que les comptes rendus de l'Académie des Sciences, la *Revue des Deux-*

Mondes, le *Bulletin de la Société Zoologique de France*, les comptes rendus de divers congrès scientifiques, etc.

Négligeant avec raison l'ordre chronologique, le tra-ducteur a classé les sujets en cinq catégories : Naviga-tion, Océanographie, Récits de Voyages, Biologie, Technique, comprenant ensemble 16 articles. On remar-quera entre autres une *Lettre à l'amiral Cloué sur l'usage de l'huile pour calmer la mer*, une note *Sur l'alimentation des naufragés en pleine mer*, divers documents relatifs à l'étude du *Gulf-Stream* et l'intéressant mémoire où le Prince a résumé les progrès accomplis sur son yacht dans l'outillage spécial destiné aux recherches zoo-logiques en eau profonde.

Une courte préface du traducteur sert d'introduction au volume que précède également un Index bibliogra-phique comprenant toutes les publications spéciales faites par un grand nombre de savants d'après les ma-tériaux ou les observations recueillis à bord de *l'Hiron-delle*. Cette liste, déjà très longue, bien qu'elle n'ait été commencée qu'en 1883, n'est pourtant plus complète, car l'étude des collections zoologiques en particulier se poursuit avec beaucoup d'activité.

Il convient d'ajouter que le D^r E. von Marenzeller a eu l'heureuse idée d'évoquer en tête de l'ouvrage le *Souvenir de l'Hirondelle* (Dem Andenken der *Hirondelle*). La carrière scientifique de cette goélette semble en effet terminée; un nouveau yacht destiné à la rem-placer, de dimensions très supérieures et spécialement aménagé pour le travail à la mer, s'achève en ce mo-ment même. Voici un mois à peine qu'a eu lieu à Londres (le 12 février 1891), le lancement de ce beau navire. Il a reçu le nom de *Princesse Alice*. Sous ce gracieux et sympathique patronage, nul doute que longtemps encore, le Prince de Monaco ne tienne à honneur de servir la science. — C'est l'espoir qu'ex-prime le D^r E. von Marenzeller, lequel est certainement, dans ce cas, l'interprète des savants de tous les pays.

JULES DE GUERNE.

Sergueyeff (S.). — *Le sommeil et le système ner-veux. Physiologie de la veille et du sommeil*. 2 vol. in-8° (20 fr.), Paris, F. Alcan, 1890.

En dépit du titre, on ne trouvera dans ce volumineux ouvrage rien qui puisse constituer la physiologie du sommeil. Après avoir fait table rase des quelques no-tions, bien incomplètes, sans doute, que nous possé-dions sur cet état, l'auteur édifie de toute pièce par une méthode a priori la théorie complète d'une fonction hypothétique dont les rapports avec le sommeil sont difficiles à saisir. Cette fonction, en deux mots, c'est la captation du dynamisme ambiant par les ganglions sympathiques : la veille est cette captation même, le sommeil, le rejet du dynamisme capté pendant ia veille.

Il serait inutile de discuter ici une telle théorie obte-nue par une telle méthode, mais le raisonnement fon-damental du livre est intéressant et vaut la peine qu'on en donne une idée.

Toute fonction indispensable, dit M. Sergueyeff, est une fonction de nutrition; or le sommeil est indispen-sable, donc c'est une fonction de nutrition. Mais un acte de nutrition consiste nécessairement dans l'assimila-tion, puis le rejet de quelque chose; donc, la veille et le sommeil, deux termes inséparablement liés, sont l'un l'absorption, l'autre le rejet de quelque chose. Il ne nous reste plus qu'à « découvrir ces trois choses : 1° l'aliment ou la substance, objet de la veille et du sommeil; 2° l'organe plus ou moins spécial afférent à ce groupe fonctionnel; 3° enfin, le mécanisme qui sub-vient à la réalisation nécessaire des deux phases al-ternantes. » (Tome premier, p. 13.)

Cet aliment, cet organe et ce mécanisme, M. Ser-gueyeff va les découvrir sans peine. Ce n'est pas sans raison qu'il a donné comme épigraphe à son livre cette phrase de Bernard : « Ce sont toujours les faits encore inexplicables qui recèlent en eux les germes des vérités scientifiques de l'avenir. » Il entend cette maxime

d'une façon toute spéciale. Voici par exemple comment il trouve l'organe cherché. « Que nous faut-il ? il nous faut un organe nécessaire, végétatif, et presque totalement nerveux, mais dont en revanche la fonction principale demeurerait encore à tous égards indéterminée. Or un organe existe qui satisfait à ces conditions, et, comme nous avons vu, c'est précisément l'appareil sympathique ou ganglionnaire. Les ganglions seraient donc des organes assimilateurs d'une forme étherée, sthénique ou dynamique, et cette œuvre s'exercerait par deux phases alternantes d'emprunt ou de rejet qui sont la veille et le sommeil. Je cherche un motif valable pour leur refuser a priori une semblable destination fonctionnelle, et en vérité je n'en découvre pas. » (Tome premier, p. 26.)

1700 pages sont employées à démontrer cette théorie, le procédé restant toujours purement géométrique ; une masse énorme de travaux physiologiques sont cités, mais l'auteur en prend les conclusions comme des théorèmes, ou plutôt comme des vérités révélées dont il fait des axiomes, car il semble se préoccuper fort peu de la démonstration. C'est la lettre du texte qui lui sert de base ; quelque fois même ce sont des métaphores qu'il élève au rang d'axiomes.

L. LAPICQUE.

4° Sciences médicales.

Debierre (Ch.), *Professeur d'anatomie à la Faculté de Lille. — Traité élémentaire d'anatomie de l'Homme, à l'usage des médecins et des étudiants en médecine. 2 vol. in-8° (40 fr.), Alcan, 108, boulevard Saint-Germain, Paris, 1890.*

Le traité d'anatomie que vient de nous offrir M. Debierre diffère de la plupart de ceux qui l'ont précédé, par l'esprit philosophique qui l'anime. Au lieu de se borner à donner bout à bout une série de descriptions arides et sèches, M. Debierre a cherché à éclairer les diverses questions qu'il traitait par le rapprochement méthodique des données de l'anatomie comparée et de l'embryologie. Très au courant de la science moderne, l'auteur résume ou, tout au moins, mentionne la plupart des travaux publiés dans ces dernières années.

Les descriptions pures sont en gros caractères, les notions d'anatomie générale et d'évolution en texte fin. Grâce à ces dispositions matérielles, ces diverses matières ont pu être condensées en deux volumes, illustrés de nombreux dessins et de figures schématisques. Le premier volume, qui contient les os, les articulations, les muscles, les vaisseaux et les nerfs périphériques, constitue un manuel de l'amphithéâtre, qui s'adresse surtout aux étudiants de première année de dissection ; le deuxième, qui traite du système nerveux central, des organes des sens, de la splanchnologie et de l'embryologie générale, correspond au programme de la deuxième année de dissection. Bien qu'écrit surtout en vue de public médical, ce traité mérite d'être consulté par tous ceux qui s'intéressent à l'anatomie.

D^r Henri HARTMANN.

Farabeuf (L.-H.), *Professeur à la Faculté de médecine et Varnier* (H.). — *Introduction à l'étude chimique et à la pratique des accouchements. — Préface de M. le Professeur PINARD, 1 vol. gr. Jésus (15 fr.), Steinheil, Paris, 1891.*

Malgré le caractère un peu spécial de cet ouvrage, nous croyons devoir l'annoncer dans cette *Revue*, à cause de son importance et du grand intérêt qu'il présente. D'une exactitude absolue, illustré de 362 figures dues à l'habile crayon du Professeur Farabeuf, ce traité est destiné à rendre aux médecins les plus grands services. Tout y est d'une précision mathématique : étant donné un fœtus placé dans une certaine situation et un bassin présentant des diamètres invariables, il faut de toute nécessité, pour que l'enfant sorte, qu'il évolue d'une certaine façon. Après avoir étudié très

complètement le canal pelvigénital d'une part, les dimensions et les positions du fœtus de l'autre, les auteurs nous montrent la manière dont celui-ci évolue pour traverser celui-là. Ils nous enseignent ensuite la manière de se comporter pour rectifier les positions vicieuses et extraire les fœtus qui se présentent dans une mauvaise situation. Les dessins sont d'une netteté et d'une exactitude que l'on n'est guère habitué à rencontrer. Ce livre parle aux yeux et permet de suivre sans le moindre effort les divers temps de l'accouchement normal ou artificiel. Aussi, lorsqu'on en a feuilleté les pages, est-on immédiatement porté à dire avec le Professeur Pinard que les auteurs « nous ont donné un beau livre, scientifique et didactique, unique en son genre, et dont tous ceux, qui aiment l'obstétrique, leur seront profondément reconnaissants. »

D^r Henri HARTMANN.

J. Masselon. — *Examen fonctionnel de l'œil* (8 fr.). O. Boïn, 8, place de l'Odéon, Paris, 1890.

Le manuel de M. Masselon répond à une nécessité ; l'étudiant et le médecin y trouveront condensés tous les renseignements désirables sur le diagnostic et la correction des ametropies de l'œil. On peut même le conseiller à ceux qui ont l'intention de se spécialiser dans les maladies des yeux, ils y trouveront exposés d'une façon très pratique beaucoup de renseignements qu'ils chercheraient avec peine ailleurs.

Après un bon chapitre sur l'acuité visuelle M. Masselon expose le système de numérotage des verres correcteurs. Ici je ferai une observation ; ce n'est pas une critique, c'est une question d'appréciation. Une personne habituée aux constructions de l'optique et à l'étude de l'œil lit ce second chapitre avec la plus grande facilité ; peut-être n'en sera-t-il pas de même pour tout le monde. Cette difficulté aurait été évitée si en quelques pages, quatre ou cinq, M. Masselon avait rappelé les principaux résultats de l'étude de la réfraction à travers les lentilles et les dioptries.

Dans le chapitre suivant, de la réfraction de l'œil, j'aurais mieux aimé, au lieu d'étudier successivement l'œil emmetrope, hypermetrope et myope, traiter les trois cas parallèlement ; ou bien les faire précéder d'une petite étude d'ensemble, la comparaison me semblerait plus facile. A part ce détail, il n'y a que des éloges à donner à la façon dont le sujet est traité.

Excellent chapitre sur le choix des lunettes pour les opérés de cataracte.

L'astigmatisme aussi est bien exposé ; ici encore je regrette une petite étude préliminaire des lentilles cylindriques.

La suite, perception des couleurs, champ visuel, mouvements des yeux, est très facile à lire, très claire, très pratique.

Enfin nous arrivons à un dernier chapitre des plus importants, la Kératoscopie.

La première partie qui traite des images fournies par la cornée, des vices de courbure, en particulier de l'astigmatisme cornéen et du Kératocône est extrêmement bonne.

La seconde partie où l'auteur expose la méthode de l'ombre pupillaire imaginée par M. Cuignet, pourrait être rendue un peu plus claire. Je crois aussi, contrairement à M. Masselon que l'on peut donner de ce phénomène une théorie à l'abri de toute objection ; c'est celle que je donne dans mes conférences à la Faculté de Médecine. Enfin pourquoi prendre l'ophtalmoscope concave qui peut donner lieu à des erreurs lorsqu'on les évite toujours à l'aide de l'ophtalmoscope plan.

En somme quelques indications des résultats obtenus dans l'étude de l'optique géométrique, mettraient le manuel de M. Masselon à la portée de tout médecin. Celui qui possède ces notions ou qui veut se donner la peine de les chercher dans un traité de physique, le lira avec le plus grand profit.

Docteur G. WEISS.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 9 mars 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. A. Schœnflies : Sur les équations de deux surfaces minima périodiques, possédant la symétrie de l'octaèdre. — M. L. Raffy : Sur les spirales harmoniques. — M. Charlois : Observation de la nouvelle planète (308)

découverte à l'observatoire de Nice le 5 mars 1891. — M. B. Baillaud et E. Casserat : Observations de la planète Millosevich (1891, 1^{er} mars) faites à l'observatoire de Toulouse (équatorial Brunner). — M. Andoyer : Observation de la planète Charlois (1891, 5 mars) au grand télescope du même observatoire. — Mlle Klumpke : Observation de la planète Millosevich faite à l'observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Est). — M. Vénukoff annonce la publication par les géodésiens russes du travail dont ils étaient chargés relativement à la mesure du 52^e parallèle en Europe; il indique les conditions dans lesquelles a été exécuté ce travail; parmi les résultats, il signale ce fait que la valeur moyenne du degré de longitude n'est pas la même que pour la portion du parallèle qui a été mesuré en Angleterre; des différences s'observent même entre les différentes portions de l'arc russe qui a une longueur de 39^e; ce parallèle n'est pas un cercle, mais une courbe irrégulière voisine du cercle. — M. A. de Coligny expose les résultats obtenus pendant l'année 1890 avec l'appareil hydraulique de l'écluse de l'Aubois; il montre en quoi ces expériences doivent faire modifier la théorie.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. E. Carvallo démontre que les termes de dispersion autres que les termes de Briot n'introduisent non plus aucune perturbation dans les lois de la double réfraction monochromatique tirées du système de M. Sarrau. — M. C. Décharme a obtenu des spectres d'aimantation transversale superposée à une aimantation longitudinale dans un même barreau d'acier. — M. G. Rousseau a étudié la série de manganites hydratés qui se forment successivement à partir du manganate de soude chauffé à des températures croissantes; entre 1200 et 1300 degrés, on retombe sur le produit primitivement formé à 300°. — M. L. Amat a étudié la vitesse avec laquelle le pyrophosphite de soude en solution se transforme en phosphite de soude et les variations de vitesse de cette transformation sous l'influence de conditions diverses. — M. A. Besson a obtenu le silicibromofforme pur distillant sans décomposition dans un gaz inerte à 109°-111°. — M. de Forcrand donne les valeurs de la chaleur de formation et de dissolution des dérivés alcalins de l'érythrite qu'il a étudiés dans sa précédente communication. — M. R. Varet a préparé diverses combinaisons ammoniacales du cyanure de mercure avec des sels halogénés. — M. A. Villiers a retiré, comme produit accessoire, de la fermentation par le *Bacillus amylobacter* de la fécule de pomme de terre donnant de la dextrine comme produit principal, un hydrate de carbone cristallisé, qui présente la composition centésimale et diverses propriétés des saccharines, mais s'en distingue par d'autres propriétés; il propose pour ce corps le nom de *cellulose*.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. Catrin a étudié au point de vue de l'anatomie pathologique les lésions de la peau dans la rougeole. — M. L. Guignard a reconnu l'existence des *sphères attractives* dans les cellules végétaux; il a même pu pousser l'étude de ces corps plus loin qu'on ne l'avait fait dans les cellules animales; les sphères attractives avec leur *centrosome*

existeraient toujours au nombre de deux auprès de chaque noyau, à l'état de repos ou non; leur entrée en jeu précède la dissolution de la membrane nucléaire et c'est de la disposition qu'elles affectent que dépend l'orientation des pôles du fuseau; les deux sphères attractives normales préexistent dans l'oosphère à la pénétration du noyau mâle. — M. J. Vesque montre par la monographie du genre *Clusia*, comment les caractères anatomiques des tissus végétaux peuvent être appliqués à la classification. — En comparant la craie à baculites du Cotentin, la craie blanche de Meudon, et le tuffeau de Maestricht, M. A. de Grossouvre conclut que ces transformations sont contemporaines; leurs faciès différents s'expliquent par la situation des dépôts plus ou moins rapprochés des rivages de la mer crétacée pendant le mouvement d'émersion qui a terminé cette période. — M. Wanzel en signalant un crâne d'ours des cavernes, qui porte la trace d'une blessure, indique les raisons qui lui font admettre que cette blessure a été faite par une hache de silex. — M. G. Sire est élu correspondant pour la section de mécanique.

Mémoires présentés. — Mme A. M. Albert adresse un mémoire sur la construction de tables numériques, destinées à fournir les résultats de divers calculs d'arithmétique. — M. Fr. Witz adresse une note intitulée: Attraction, force centrifuge, par l'électrodynamique. — M. G. Barbey adresse une note intitulée: Deux nouveaux dérivés de la résorcine, la camphorésorcine et l'eucalyptorésorcine. — M. Willot adresse une note intitulée: Maladie de la betterave, destruction de l'*Heperodera Schachtii*.

Séance du 16 mars 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. L. Autonne : Sur une application des groupes de M. Lie. — MM. Levy et Puisseux ont commencé des observations dans le but de déterminer la constante de l'aberration au moyen de l'appareil imaginé par M. Levy, appareil dont ils ont fait l'étude théorique dans plusieurs communications antérieures. La valeur de la constante de l'aberration avait besoin d'être fixée, car depuis la détermination de Struve en 1843, les astronomes qui ont entrepris des recherches de vérification ont abouti à des résultats disordants dont l'écart est bien plus considérable que l'approximation théoriquement obtenue par chaque observateur. La question se pose donc de savoir s'il existe des causes d'erreurs systématiques, dépendant par exemple d'une théorie imparfaite du mouvement de la terre autour de son centre de gravité. Les résultats fournis par l'appareil de M. Levy sont indépendants de ces causes d'erreur. Les premières observations effectuées au moyen de cet appareil conduisent à un chiffre très voisin de celui de Struve. Elles ont donné accessoirement la vérification de l'hypothèse de M. Fizeau, que les rayons réfléchis se comportent au point de vue de l'aberration comme les rayons directs.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Berget décrit un procédé photographique pour enregistrer les oscillations du pendule; il propose d'utiliser ces graphiques pour comparer l'intensité de la pesanteur aux divers points du globe. — M. H. Poincaré étudie la façon dont se comportent les équations de l'hydrostatique, lorsque, pour faire la théorie d'un fluide diélectrique placé dans un champ électrique, on introduit dans ces équations des termes complémentaires qui traduisent l'action de ce champ d'après la théorie de M. Von Helmholtz. — M. M. Brillouin examine les hypothèses principales que l'on peut faire sur la cons-

titution de la molécule gazeuse et ses rapports avec l'éther, pour expliquer les périodes des raies du spectre de gaz et des vapeurs incandescents. — **M. H. Becquerel** a étudié comparativement le spectre de la phosphorescence excitée par la chaleur et celui de la phosphorescence excitée par la lumière, dans divers corps qui présentent ces deux sortes de phosphorescences réunies; il tire de cette étude diverses conclusions relatives à la nature de la phosphorescence. — **MM. L. Cailletet et E. Collardeau** indiquent que la détermination de la pression et de la température critique de l'eau, impossible à obtenir par l'examen du ménisque, les tubes de verre étant attaqués et dépolis avant la température critique, peut être obtenue dans un tube métallique muni d'un manomètre; par la comparaison des courbes de pression données par diverses expériences; la courbe en effet est constante jusqu'au point critique, à partir de ce point elle varie dans chaque cas suivant la quantité de liquide employée. — **MM. Ph. Barbier et L. Roux** complètent leurs recherches sur la dispersion dans les composés organiques en étudiant à ce point de vue les éthers proprement dits. — **M. F. Osmond** a cherché à éclairer le mécanisme de la carburation du fer, en examinant les réactions qui se produisent entre le fer et le diamant dans une atmosphère d'hydrogène pur; la combinaison s'effectue à la température de fusion de la fonte, avec transformation moléculaire préalable du diamant. — **M. L. Vignon** a continué ses recherches sur l'influence de l'énergie des fonctions chimiques des corps dans les phénomènes de teintures par l'étude des laques; l'acide stannique, qui est un acide fort, forme avec la safranine une laque vivement colorée; le phénomène n'a pas lieu avec l'acide métastannique. — **M. Echsner de Coninck** a terminé l'étude chimique de la ptomaine $C_{10}H_{15}Az$ en déterminant la composition de différents sels de cette base. — **M. Ch. Blarey** donne une formule empirique pour calculer la teneur en alcool des spiritueux du commerce en fonction de la densité et du poids de l'extrait.

3^e SCIENCES NATURELLES. — **MM. J. Héricourt et Charles Richet** ont constaté que les matières solubles des cultures de tuberculose avaient précipitables par l'alcool sont plus toxiques pour les lapins tuberculeux que pour les lapins normaux. — **M. A. F. Marion** indique la façon dont les diverses espèces de poisons nourris en captivité au laboratoire d'Endoume ont supporté les froids de l'hiver; beaucoup sont morts; dans les aquariums, ces animaux étaient soumis à des températures plus rigoureuses qu'ils ne l'eussent été en mer libre; au contraire les poissons des lagunes sont dans des conditions assez analogues. **M. Marion** a pu constater dans l'étang de Bern la disparition totale de plusieurs espèces. — **M. A. Gaudry** signale quelques nouvelles trouvailles de fossiles dans le conglomérat de Goubesville, qui confirment les conclusions de la note publiée récemment par **M. de Lapparent** sur l'âge de ce conglomérat.

Mémoires présentés : **M. P. Berger** soumet au jugement de l'Académie une note relative à une « Machine fondée sur le même principe que la presse hydraulique ». — **M. G. Barbier** adresse une note sur les « Combinaisons des phénols avec la diméthylloxynizine ». — **M. J. P. Metzler** adresse un Mémoire ayant pour titre : « La Terre, sa formation et celle de ses êtres. »

L. LAPICQUE.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 24 février 1891.

M. Galezowski a employé avec succès les badigeonnages avec une solution d'apyonine (pyoktanine des Allemands) dans le traitement de l'épithélioma des paupières, des ulcères rongeurs et des abcès de la cornée. — **M. Ollivier** cite un cas de méningite tuberculeuse foudroyante chez une jeune fille de 20 ans, ayant fait usage de lait non bouilli provenant d'une vache tuberculeuse. — **M. Nocard** cite un cas de tu-

berculose ganglionnaire provenant d'un jeune veau, dont la mère, bête magnifique, d'une excellente santé apparente, avait de nombreux tubercules dans les mamelles, les poumons, les ganglions mésentériques, il en conclut à la nécessité de toujours faire bouillir le lait, la tuberculose étant compatible chez la vache avec le meilleur état de santé apparent. **MM. de Brun** (Beyrouth) et **Trastour** (Lyon) sont élus membres correspondants nationaux.

Séance du 3 mars

M. Ollivier, à propos de sa communication de la séance précédente, donne des renseignements complémentaires desquels il résulte que la malade dont il a parlé appartenait à un pensionnat de Chartres dans lequel, en quatre ans, il s'est développé douze cas de tuberculose. Bien que le docteur Lelong (de Chartres) n'y voit qu'une simple coïncidence, il est utile de signaler que pendant un temps assez long une vache tuberculeuse a fourni du lait à cet établissement. — **M. Brouardel**, au sujet de la vaccination obligatoire répond à **M. Le Fort**, en s'appuyant sur les documents que lui-même a fournis. Se plaçant au point de vue de la liberté individuelle, il démontre que les mesures de désinfection, d'isolement, de déclarations obligatoires que **M. Le Fort** réclame comme lui-même, sont elles aussi, attentatoires à la liberté individuelle. Nous perdons en France 10,000 varioleux par an, ce qui est une raison plus que suffisante pour imposer aux intérêts, ou mieux aux préjugés particuliers, de s'incliner devant l'intérêt général. — **M. Le Fort** demande, quelles que soient les mesures prises, que l'innocuité absolue des vaccinations en temps d'épidémie y soit bien spécifiée. — **M. Quenu** expose un nouveau procédé de thoracoplastie, dans les cas de vieilles pleurésies avec fistule pleurale consistant en la résection, en arrière de la ligne axillaire et en avant, un peu en dehors de la ligne mamelonnaire, de deux centimètres d'un certain nombre de côtes, de façon à faire une sorte de plastron mobile. Guérison le quarantième jour. — **M. Piot** (de Bordeaux) lit un travail sur le traitement de la tuberculose pulmonaire et de la pleurésie tuberculeuse par les injections hypodermiques d'une solution de gayacol et d'iodoforme dans l'huile d'olive et la vaseline : l'état général se relève, la toux, les expectorations et les bacilles diminuent, les cavernes peuvent mieux se dessécher. Ce sont des résultats précieux, mais cependant on ne peut affirmer qu'il y a guérison absolue.

D^r Ed. de LAVARENNE.

Séance du 10 mars 1891.

Présentations d'ouvrages manuscrits et imprimés de **M. Grenell** : Rapport sur l'épidémie de rougeole qui a sévi pendant l'été de 1888 à Gérardmer (Vosges) et Note sur la revaccination des enfants des écoles du canton de Gérardmer âgés de dix ans et la revaccination du personnel des usines en 1890. — **M. Balestre** : Cours d'hygiène pratique. — **M. Ed. Pepper** : de la malaria (contribution à l'étude des maladies infectieuses d'origine cosmique). — **M. Desnos** : De l'œdème rhumatismal. — **M. Gavoy** : Traitement de la bronchite tuberculeuse par les injections hypodermiques d'iodoforme. — **M. E. Duval** : Traité pratique et philosophique du pied-bot. — **M. L. Crié** : Note sur des Ruptures d'échafaudages par l'altération du bois sous l'influence des champignons hyménomycètes, entre autres par les filaments mycéliens du *Polyporus vaporarius*. — **MM. Lannelongue et Menard** : Traité des affections congénitales. — **M. Laborde** : à propos d'une communication faite par **M. le Dr Piot** à la dernière séance, fait savoir à l'Académie que **M. Pignol**, chef de clinique à la Faculté, a commencé, il y a trois mois, par appliquer aux tuberculeux le traitement par les injections d'un mélange d'eucalyptol, de gayacol et d'iodoforme, dissous dans l'huile d'olive ou l'huile d'amandes douces stérilisées; ce mélange lui a donné le plus rapidement des bons résultats. — Rapports : **M. Mathias Duval** : Sur des

mémoires de M. le Dr Le Double (de Tours) concernant plusieurs anomalies musculaires. — M. J. Rochard : Sur le faible accroissement de la population en France. — M. F. Terrier rapporte une observation d'ablation de la vésicule biliaire pour combattre des accidents d'ictère à répétition avec coliques hépatiques, datant de sept années. Il décrit les phénomènes succédant à l'ablation de la vésicule, la production spontanée d'une fistule biliaire, et il en tire des indications au point de vue de la conduite à tenir dans des cas analogues.

Séance du 17 mars 1891.

Présentations d'ouvrages manuscrits et imprimés de MM. Baudin et Jeannot : Démographie de Besançon; M. Bretet : Eaux minérales; M. Leloir : Lupus érythémateux de Koch; M. Laborde : Revue mensuelle de l'Ecole d'Anthropologie. — Rapports : M. Bouchardat : Sur la vente des eaux minérales par les pharmaciens, et sur les demandes d'autorisation pour des eaux minérales; M. Dujardin-Beaumetz : Sur un travail de M. le Dr Maurel concernant la stéthométrie normale et l'hypohématose; M. A. Guérin : Sur une observation de résection du cancer du rectum communiquée par M. le Dr Houzel. — M. Prust fait une longue communication sur le choléra de la mer Rouge en 1890; il en arrive aux conclusions suivantes : « 1° Le choléra de Camaran a été importé par un navire anglais venant de l'Inde; 2° Le choléra du Hedjaz semble avoir été importé par la voie maritime; 3° Le pèlerinage de la Mecque est une menace constante pour l'Europe; 4° Les mesures prescrites à l'égard des pèlerins se rendant à la Mecque n'ont pas empêché le choléra de s'y développer; il est donc nécessaire de perfectionner les moyens employés jusqu'ici; 5° Les mesures de prophylaxie prescrites par le Conseil d'Alexandrie au moment du retour des pèlerins ont empêché cette année le choléra de gagner l'Égypte et l'Europe. Il y a donc lieu non seulement de maintenir ce Conseil, mais encore de lui donner plus d'autorité et de le rendre réellement international. Il y a lieu également d'augmenter le nombre des lazarets de la mer Rouge et les moyens d'assainissement et de désinfection. »

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 14 mars 1891

M. Déjerine fait l'analyse d'un cas très pur d'aphasie sensorielle; il y avait surdité et cécité verbales, dépendantes d'une lésion de l'écorce dans la région pariétale; la circonvolution de Broca était intacte. — M. E. Gley présente un lapin dont la cornée est insensibilisée par la section intra-crânienne du trijumeau sans qu'il se soit développé de troubles trophiques. — MM. Cambemelle et Brunelle ont étudié l'action physiologique de la triméthylamine. — M. Pignol signale qu'il a obtenu de bons effets dans le traitement de la tuberculose pulmonaire par les injections sous-cutanées d'eucalyptol, de gaiacol et d'iodoforme dissous dans l'huile stérilisée; il a eu plusieurs guérisons complètes par un traitement prolongé. — A propos de la note de MM. Hergouencq et Eraud, M. Moran rappelle ses recherches sur le pouvoir antiseptique des couleurs d'aniline. — M. L. Guignard : Sur l'existence des sphères attractives dans les cellules végétales (Voir C. R. de l'Académie des Sciences). — MM. Physalix et Contejean ont étudié physiologiquement l'innervation des glandes à venin de la Salamandre terrestre. — MM. Hanriot et Ch. Richet ont constaté que le nickel tetracarbonyl est toxique à la façon de l'oxyde de carbone.

Séance du 21 mars 1891.

M. Netter rapporte un cas de surdité verbale produite par le ramollissement de la première sphénoïdale gauche; il y avait aphasie malgré l'intégrité de la circonvolution de Broca. — M. Déjerine rapporte un cas de cécité verbale ayant entraîné l'agraphie; à propos

de ce cas, il fait l'étude de l'agraphie, et conclut qu'il n'existe pas de centre spécial dans l'écorce pour l'écriture; l'agraphie résulte de la perte des images visuelles des mots. — MM. Rodet et Courmont ont constaté l'existence dans les cultures du *Staphylococcus pyogenes* d'une substance soluble favorisant l'infection ultérieure par le microbe; la modification de l'organisme produite par l'injection de cette substance peut persister au delà de 90 jours. — MM. Gilbert et Girade ont trouvé dans un cas de cholecystite suppurative le pneumocoque et le staphylocoque blanc; ces deux microbes se retrouvaient dans le duodénum, à l'exclusion de toutes les espèces habituelles. — M. Couvreur conclut de ses recherches sur la glycosurie consécutive à la section des deux pneumogastriques du cou qu'elle doit être rattachée au phénomène de la glycémie asphyxique; en effet, chez les animaux qui survivent à la section des vagues, elle disparaît avec les troubles respiratoires consécutifs à l'opération. — M. Patin signale quelques erreurs possibles dans la recherche de l'albumine dans l'urine au moyen de la chaleur et de l'acide acétique. — M. Langlois a constaté, en mesurant la capacité respiratoire du sang, au moyen de l'appareil de M. Schützenberger, que le nickel tétracarbonyl fait baisser cette capacité respiratoire, et peut même la réduire à zéro. — MM. Cadéac et Meunier ont étudié la toxicité de l'eau d'arqueuse; ils rapportent cette toxicité principalement aux essences que renferme cette liqueur. — M. Luys fait une communication sur le fonctionnement isolé des hémisphères dans l'état hypnotique. — M. Abelson a constaté que la plupart des antiseptiques n'entraînent nullement l'action saccharifiante de la diastase pancréatique. — M. Kalt fait une communication sur les lésions trophiques de la cornée sous la dépendance d'altérations légères du trijumeau; la disparition de la sensibilité et l'apparition des troubles trophiques ne sont pas nécessairement liées.

L. LAPICQUE.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 20 mars 1891.

Le Président donne lecture d'une lettre où M. Weiss indique sommairement comment il est arrivé à l'aide de deux appareils différents à étudier les ondes périodiques produites par une machine à courants alternatifs. — A ce propos, M. Paul Janet annonce qu'il a lui-même entrepris une série d'expériences sur la forme des courants produits par un dynamo Gramme à courants alternatifs à l'aide d'une méthode dérivée de la méthode stroboscopique. Au lieu de procéder aux mesures électriques, comme l'a fait M. Joubert par exemple, à une même phase de la période, il établit les contacts en des points dont la position varie d'une façon continue; l'enregistrement photographique permettra d'obtenir directement la forme de la courbe sans qu'il soit besoin de recourir à une construction graphique. — M. L. Favé présente un marégraphe plongeur. L'importance de la détermination des hauteurs de la marée sur les rives et au large est considérable; la connaissance exacte du phénomène intéresse non seulement le géographe et l'astronome mais aussi le navigateur qui pourra, s'il possède de suffisantes données, régler sa route par des sondes lorsque le mauvais temps ne permettra pas l'observation des astres. Les appareils actuellement en usage sont de deux sortes, les uns permettent la lecture de la hauteur de l'eau au moyen d'échelles verticales divisées, les autres mesurent les variations de la pression sur le fond de la mer, d'où l'on peut déduire les variations de niveau. Ces divers types d'appareils ont été transformés en appareils enregistreurs, mais alors, leur disposition est telle qu'ils ne plongent plus entièrement dans l'eau et ne peuvent généralement être utilisés qu'à de faibles profondeurs et au voisinage des côtes. M. Favé a imaginé un marégraphe qui peut être complètement immergé et qui enregistre les variations de pression; il est essentiellement constitué par

une capsule manométrique dont l'organe sensible est une plaque de métal analogue aux plaques de Vidi des baromètres anéroïdes, les changements de courbure sont enregistrés sur un disque animé d'un mouvement de rotation, et repérés, une fois l'appareil sorti de l'eau, à l'aide d'un microscope et d'une vis micrométrique. Une disposition très simple permet d'employer l'appareil à des profondeurs considérables sans que sa sensibilité soit diminuée; la capsule manométrique n'étant sensible qu'aux différences de pression entre son extérieur et son intérieur; on établira une communication de pression entre l'intérieur et l'extérieur jusqu'au moment où un poids suspendu à une chaîne de longueur convenable viendra à toucher le fond, et ne maintiendra plus ouvert le robinet permettant la communication. — **M. Vieille** fait une communication sur la compressibilité des fluides dans les phénomènes explosifs. Pour les gaz à grande densité et à température qui résultent de la décomposition des explosifs, la formule de Clausius se réduit à $p = \frac{h\Delta}{1-\alpha\Delta}$, α étant le covolume, Δ le poids

spécifique du mélange, p la pression; **M. Sarrau**, le premier, eut l'idée de comparer à cette formule les résultats des expériences antérieures. **M. Vieille** pour vérifier de son côté les conséquences de la théorie, a étudié la vitesse de propagation de l'onde explosive, si les ébranlements sont assez petits pour que l'on puisse négliger le carré des dilatations, la vitesse est donnée

par la formule $V = \sqrt{\frac{E}{\gamma \rho}}$, E représentant l'élasticité à

température constante du milieu, ρ sa densité et γ le rapport de ses deux chaleurs spécifiques; **E** pourrait d'ailleurs se déduire de la formule de Clausius. Les expériences sont faites en produisant dans un tube d'acier très résistant l'explosion d'une charge dissymétriquement disposée, l'onde explosive vient se réfléchir aux deux extrémités du tube, produisant ainsi une série d'oscillations. A ces extrémités sont disposés des manomètres à écrasement, l'écrasement du petit cylindre de cuivre est enregistré sur des tambours animés d'un mouvement de rotation; des courbes obtenues, on déduira la vitesse de propagation. Pour étudier la condensation on déterminera les déplacements du centre de gravité de la masse gazeuse, déplacements qu'il sera facile de connaître puisque, le système n'étant soumis qu'à des forces intérieures, le centre de gravité du système total reste invariable et les déplacements du centre de gravité du tube permettent de déduire ceux de la masse gazeuse. Les expériences fournissent des résultats entièrement conformes aux prévisions que l'on peut déduire de la formule; pour les explosifs tels que le coton-poudre dont le covolume est très voisin de l'unité, la vitesse de propagation est énorme; on retrouve ainsi un résultat déjà signalé par **M. Berthelot**.

Lucien POINGARÉ.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 4 mars 1891.

M. Hanriot présente une note de **M. De Clermont** sur la préparation industrielle du sulfure vert de manganèse; le sulfure précipité est séché et chauffé ensuite dans un courant d'hydrogène sulfuré ou simplement d'acide carbonique. Le produit ainsi obtenu est d'un beau vert inaltérable à la lumière. — **M. De Clermont** présente à la Société des échantillons de papier peint faits avec ce sulfure. — **M. Lepierre** a modifié le procédé hydrotimétrique d'analyse des eaux, de manière à en rendre l'application facile et les indications constantes. — **M. Lepierre** signale également une curieuse propriété du soufre en fusion; si on le coule sur du papier présentant des caractères tracés avec diverses encres, ou au crayon, le soufre se charge de matière colorante, et donne une excellente épreuve renversée de la gravure primitive. L'auteur espère que ce procédé pourra être utilisé en lithographie.

Séance du 13 mars 1891.

M. Friedel indique une modification au procédé Doyère pour l'analyse des gaz, qui simplifie considérablement la manipulation, et permet d'opérer sur des gaz facilement solubles dans l'eau. Il emploie pour cela une éprouvette graduée, entourée d'un manchon en verre rempli d'eau, dont la température est facile à maintenir constante. Ce petit appareil se manœuvre facilement sur la cuve à mercure. — **M. Friedel** signale également l'emploi de l'alcool amylique comme dissolvant pour l'analyse des gaz hydrocarbonés; la solubilité de ces derniers va rapidement en croissant avec leur richesse en carbone. — **M. Riban**, à propos de la communication de **M. Friedel**, indique un dispositif permettant de manœuvrer la pipette Doyère automatiquement. — **M. Friedel** fait observer que **M. Salet** a depuis longtemps fait connaître une pipette Doyère automatique. — **M. Rousseau** a obtenu par fusion du manganate de soude avec de la soude, les composés suivants cristallisés :

A 300°	3 MnO ₂ Na ₂ O 5 H ₂ O
A 800°	16 MnO ₂ Na ₂ O 8 H ₂ O
A 1000°	12 MnO ₂ Na ₂ O 4 H ₂ O

Si l'on porte la température successivement à 1300° et au delà de 1400° on obtient de nouveaux les hydrates à 3H₂O et puis à 4H₂O. Ces composés une fois formés perdent leur eau de constitution entre 150 et 200 degrés.

— **M. Friedel** et **M. Wyrnboff** font remarquer que ce fait paraît anormal; et qu'il serait plus vraisemblable d'admettre que l'hydratation se fait quand on traite la masse solide obtenue après fusion, par l'eau. — **M. Rousseau** dit qu'il croit à la formation de ces corps à une température supérieure à celle où ils se dissolvent, fait dont il y a des exemples bien établis. — **MM. Hanriot** et **Bouveault** ont étudié l'action de l'hydroxylamine

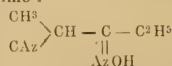
sur le nitrile propionyl-propionique $\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CAz} \end{matrix} \text{CH} - \text{CO} - \text{C}^2\text{H}_5$,

et obtenu un composé ayant la formule brute de l'oxime correspondante; ils pensent cependant, en raison des propriétés basiques de ce composé, que ce n'est pas

$\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{C} - \text{C} - \text{C}^2\text{H}_5 \\ || \quad || \\ \text{AzH}_2\text{C} \quad \text{Az} \\ | \\ \text{O} \end{matrix}$

l'oxime, mais un amidoisoxazol :

Ils ont étudié quelques réactions de ce composé, en particulier l'action du chlorure d'acétyle, du brome et de l'acide azoteux, et proposent des formules de constitution pour les dérivés ainsi obtenus. — **M. A. Combes** fait observer que le point de départ du raisonnement de **MM. Hanriot** et **Bouveault** qui consiste à ne pas envisager les oximes comme pouvant présenter des propriétés basiques ne lui paraît pas exact; et que les réactions indiquées par les auteurs ne sont pas d'accord avec les formules de constitution qu'ils proposent, mais s'expliquent bien si l'on admet qu'ils ont simplement l'oxime :



— **M. A. Villiers** a séparé des produits de l'action du ferment butyrique sur la fécula un composé cristallisé, la *Celthosine* [C¹²H¹⁰O¹⁰ 3 HO] [Notation en équivalents]; dans l'alcool il a obtenu le composé également cristallisé [C¹²H¹⁰O¹⁰ 6 C⁴H⁶O² 10 HO. — **M. A. Gautier** présente une note de **M. Popoff** intitulée: *Contribution à l'étude de la formation de l'urée*. L'auteur n'a pu obtenir de traces d'urée en faisant digérer des sels ammoniacaux divers, avec du foie frais broyé dans l'eau. — **M. Bertrand** a modifié le procédé d'extraction du xylose et se sert simplement de la paille; il a obtenu quelques dérivés de cet hydrate de carbone : l'acétal dibenzoïque, et des combinaisons cristalli-

sées de xylose et de chlorure et bromure de cadmium; il a soumis la xylose à l'hydrogénation, et obtenu ainsi la xylite, alcool pentatomique. — M. Tissier a obtenu l'alcool triméthyléthylique $(CH^3)^3 = C - CH^3 OH$ qui bout à $112^{\circ}-113^{\circ}$ et fond à 48° . A. COMBES.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

Séance du 12 mars 1891

M. Jeannetaz présente à la Société un échantillon de diopase avec cristaux octaédriques d'argent natif, sur gangue calcaire, provenant des environs de Brazzaville (Congo français). Il présente en second lieu un échantillon de talc fibreux provenant de Madagascar, composé de fibres très fines peu biréfringentes éteignant parallèlement à l'allongement. — Il signale enfin l'ancienneté du procédé de blanchiment des diamants au moyen de l'indigo; ce procédé a été décrit par Ferrandus Imperatus il y a 200 ans. — M. Frossard a trouvé de gros cristaux opaques de corindon dans une pegmatite des environs de Pouzac. Il signale un certain nombre de gisements de cette substance dans les Pyrénées. — M. Wyruboff a obtenu de beaux cristaux de bichromate de strontiane, ainsi que de deux hyposulfates de cerium à une et cinq molécules d'eau. En fondant ensemble des mélanges en proportions variées de carbonates et sulfates alcalins, il a observé que les propriétés optiques de la substance cristalline ainsi obtenue varient d'une manière continue depuis celles du carbonate jusqu'à celles du sulfate. Il cite cette expérience comme une preuve à l'appui de sa manière de voir sur l'isomorphisme. L'isomorphisme serait un phénomène purement réticulaire et cristallographique, dans lequel la constitution chimique de la molécule serait sans influence. G. FRIEDEL.

SOCIÉTÉ MATHÉMATIQUE DE FRANCE

Séance du 18 mars 1891.

M. Fourret donne une démonstration élémentaire du théorème suivant : Toutes les droites d'une congruence du premier ordre et de la première classe rencontrent deux mêmes droites fixes. Il en déduit le théorème de Schönemann et Mannheim sur les normales aux surfaces trajectoires des points d'un solide de forme invariable mobile dans l'espace. — M. Collignon rappelle la démonstration mécanique qu'il a donnée de ce dernier théorème, en se fondant sur le principe du travail virtuel. Il s'étend, à ce propos, sur l'usage qui peut être fait des principes de la mécanique dans les questions du pure géométrie, et montre, en particulier, comment la recherche de la distance sphérique de deux points, en fonction de leurs latitudes et longitudes, peut se ramener à une détermination de centre de gravité. — M. d'Ocagne indique une simplification de l'abaque décrit, dans la précédente séance, par M. Collignon, pour la résolution à vue du même problème. Il fait voir que la construction de cet abaque simplifié résulte directement de l'application du principe général qu'il a récemment présenté à l'Académie des sciences (23 février). — M. Picard développe une démonstration nouvelle du théorème fondamental de la théorie des équations différentielles, relatif à l'existence même de l'intégrale générale d'un système d'équations simultanées. Cette importante démonstration, dont il a indiqué le principe dans son grand Mémoire sur les équations aux dérivées partielles (*Journ. de Math.*, 1890), repose sur l'emploi d'une méthode d'approximations successives. Elle présente sur celle de Cauchy l'avantage de conduire à la représentation analytique de la solution cherchée sous forme de développements convergents à la manière d'une progression géométrique; elle donne toutefois une étendue plus restreinte au champ où les intégrales se trouvent définies. — M. Carvallo : Sur les différences finies des fonctions. Application à la démonstration de la formule de Taylor. Formes nouvelles du reste. — M. Antomari : Extension aux cour-

bes gauches de la notion de diamètre de Newton. Les diamètres de Newton d'une cubique gauche se confondent avec les sécantes doubles d'une autre cubique gauche. — M. Fourret fait observer que la proposition générale énoncée par M. Antomari est encore vraie lorsque la courbe gauche considérée ne constitue pas l'intersection complète de deux surfaces algébriques, attendu qu'on sait, d'après M. Cayley, que, dans ce cas, le reste de l'intersection ne comprend que des droites. Maurice d'OCAGNE.

SOCIÉTÉS MARITIMES SCIENTIFIQUES

INSTITUTE OF MARINE ENGINEERS

M. Thomas Drewry, Ingénieur en chef de la Compagnie Péninsulaire Orientale, lit une étude sur les propulseurs. Dans les navires à aubes, on doit s'attacher tout particulièrement à bien proportionner les divers éléments des roues. Eu égard à l'influence que les variations du tirant d'eau exercent sur ce mode de propulsion, il importe de calculer très exactement, pour une résistance relative moyenne, le diamètre de la roue ainsi que la hauteur des pales, leur immersion et leur angle d'attaque. Passant à l'hélice, il insiste sur la nécessité de tenir compte de la finesse des formes de la carène pour la détermination du pas. On néglige aussi trop souvent, une fois l'hélice achevée, d'en relever et d'en rectifier avec assez de précision, les éléments. Il arrive presque toujours que, soit dans la coulée, soit par suite d'un ajustage défectueux, le pas diffère sensiblement d'une aile à l'autre, et il en résulte une influence notable sur l'utilisation. Au point de vue du métal, le bronze semble avoir donné les meilleurs résultats. Mais quelle que soit la matière employée, le poli de la surface est une qualité essentielle. Plusieurs théories ont été émises pour expliquer les piqures du métal qu'on observe fréquemment au dos des ailes. L'auteur les attribue à l'action érosive de l'air, quand l'hélice est animée d'une grande vitesse. Les opinions sont très partagées sur les formes à donner aux hélices. Il semble qu'il y aurait intérêt à augmenter la fraction de pas vers le tiers de la distance comprise entre le moyeu et l'extrémité de l'aile.

NORTH-EAST COAST INSTITUTION OF ENGINEERS
AND SHIPBUILDERS

M. James Spence : Sur la résistance des chaudières. Beaucoup d'ingénieurs sont d'avis que la formule usuelle pour les enveloppes des chaudières conduit à des épaisseurs beaucoup plus fortes qu'il ne serait nécessaire. Le but de ce travail est d'exposer un autre mode de calculer les efforts auxquels sont soumises les enveloppes : les conséquences de cette méthode justifiaient l'opinion précédente. La théorie sur laquelle repose la formule en usage $e = K \frac{PD}{2R}$, suppose expres-

sément que l'on a affaire à une enveloppe cylindrique ouverte à ses deux extrémités, ne résistant à la pression intérieure que par la section d'un plan diamétral suivant deux génératrices opposées. Mais comme en réalité le cylindre est fermé à ses deux extrémités, il est difficile d'admettre que les fonds ne contribuent pas dans une certaine mesure à la résistance. Il est probable que leur action dépend beaucoup de la longueur de la chaudière. La véritable section de résistance à considérer est donc celle de l'enveloppe et des fonds par un plan diamétral. La charge totale est égale au produit de la pression par la surface du rectangle. Quant à sa répartition sur le périmètre de cette surface, elle dépendra de la forme du rectangle, et non de celle du couvercle, de telle sorte que pour deux chaudières dont chacune aurait pour diamètre la longueur de l'autre, l'effort sera le même en deux points homologues du périmètre. Si l'on admet que l'effort en chaque point soit inversement proportionnel à sa distance au centre du rectangle, ou point d'application de la résultante, il sera maximum aux milieux des grands

côtés et minimum aux angles. Les courbes des efforts le long du petit et du grand côtés seront donc des sinussoïdes, et l'aire de chacune d'elles représentera l'effort total sur le côté correspondant. Les chaudières marines ont en général une longueur voisine de leur diamètre. Dans le cas de l'égalité, l'effort est partagé également entre l'enveloppe et les fonds. Si le diamètre est égal aux deux tiers de la longueur, on trouve que le rapport des aires est à peu près le même que celui des côtés eux-mêmes : les fonds supportent $\frac{1}{3}$ de l'effort total; les $\frac{2}{3}$ de l'épaisseur actuellement exigée seraient suffisants. La conséquence est que non seulement on donne en général aux enveloppes une surépaisseur inutile, mais que l'on néglige trop d'autre part l'affaiblissement produit dans la façade par les ouvertures des foyers et des portes. Il est à présumer que la résistance du foyer lui-même et la valeur élevée du coefficient de sécurité sont nos seules garanties à cet égard. En outre, on est moins à l'abri d'une explosion avec cette inégalité de résistance, excessive d'un côté, insuffisante de l'autre, que si, la résistance étant proportionnée à la fatigue, le métal arrivait presque partout en même temps à sa limite d'élasticité, ce qui n'aurait d'autre effet que d'occasionner des fuites par les trous de rivets agrandis.

L'expérience rapportée par M. John Scott à l'« Institute of Naval Architects » confirme ces vues. Un cylindre de 3^m25 de longueur sur 2^m35 de diamètre, en acier de 25 à 29%, d'allongement à la rupture, fut soumis à une pression croissante. A 43 k. 1/2 par centimètre carré, les fuites ne permirent pas d'aller plus loin. La pression resta stationnaire pendant cinq minutes. D'après la théorie ordinaire, l'enveloppe aurait alors été soumise à un effort de 44 kilos par millimètre carré suivant la ligne des rivets. D'après la nouvelle théorie, 63% seulement de l'effort portait sur l'enveloppe, qui travaillait à 25 k. 1/2. Or la limite d'élasticité de ce joint est à environ 24 kilos selon M. Manuel. Comme la fuite a dû se produire peu après que cette limite a été dépassée, on voit que la théorie nouvelle est bien mieux que l'autre d'accord avec les faits. En résumé, l'auteur croit avoir établi que l'épaisseur des enveloppes est exagérée dans les chaudières marines et qu'elle devrait dépendre essentiellement de la longueur.

L. VIVET.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 5 mars 1890.

1^o SCIENCES PHYSIQUES. — Le professeur Ramsay. *Quelques considérations sur les solutions.* L'auteur énonce divers faits relativement à l'analogie surprenante entre les manières d'être d'un liquide et de sa vapeur en présence l'un de l'autre et de deux dissolvants capables de se dissoudre mutuellement. La courbe représentative d'un liquide et de sa vapeur avec son inflexion au point critique ressemble à une courbe de solubilité avec son inflexion au point critique de dissolution; ces ressemblances donnent la preuve que les deux phénomènes sont essentiellement de même nature et le résultat de la pression osmotique.

2^o SCIENCES NATURELLES. — M. Frank G. Beddard. *Sur une forme nouvelle des organes excréteurs dans un annélide oligochaète.* Les observations de la disposition des organes segmentaires dans un annélide appartenant à un nouveau genre d'Eudrilides montrent que le système segmentaire des parties génitales consiste presque entièrement à un système complexe de tubes qui se ramifient dans l'épaisseur du corps, qui s'ouvrent par de nombreux pores à l'extérieur et sont reliés par des tubes assez courts avec les cavités intérieures. — Les D^{rs} Lauder Brunton et J. Théodore Cash. *Contribution à l'étude de la connexion entre la constitution chimique et l'action physiologique* (2^e partie). Dans un précédent mémoire, les auteurs ont discuté les changements qui sont produits dans l'action de l'ammoniaque par la substitution de radicaux alcalins à l'hydro-

gène et que la combinaison des ammoniacs composées avec les différents radicaux acides. Dans le présent mémoire, ils ont examiné sur un plan semblable l'action physiologique des divers corps de la série aromatique. Ils trouvent que l'action de la benzine et de ses composés s'exerce surtout sur l'épine dorsale quoiqu'elle aille jusqu'au cerveau et s'étende ensuite des nerfs aux muscles. Cette action sur le cerveau est rendue manifeste par la léthargie et la perte des mouvements volontaires observés sur des grenouilles et des rats. L'action sur l'épine dorsale semble consister dans la production d'une augmentation de l'excitabilité, une plus grande diffusion de l'excitation produite par de moindres causes et de la précision des mouvements. Les effets de diverses benzines composées sur la durée des réflexes ont été observés. L'action générale est plutôt un ralentissement de cette durée, mais on observe souvent une première excitation avec la chloro-benzine et surtout avec la méthyl-diméthyl-éthylbenzine. La respiration est considérablement atteinte et rendue plus fréquente chez les animaux à sang chaud (rats) par la benzine et ces composés. Habituellement cette accélération est suivie d'un ralentissement. Le cœur est donc atteint avant la respiration dans l'empoisonnement par la benzine et ses composés halogénés, par l'éthyl-benzine, l'amido-benzine et la nitré-benzine, tandis que la respiration est d'ordinaire atteinte avant le cœur ou presque en même temps dans l'empoisonnement par l'éthyl-benzine ou l'oxy-benzine. Le premier effet des composés de la benzine sur le pouls ou la pression du sang est habituellement une accélération du pouls et une augmentation de pression qui est suivie par un ralentissement et une chute. — Le D^r Théodore Cash et le professeur R. Dunstan. *Action physiologique des paraffines nitrées considérée en rapport avec leur constitution chimique* (1^{re} partie). Action des paraffines nitrées sur la pression du sang. Ces recherches ont pour but d'étudier l'action de ces corps introduits dans l'organisme animal et particulièrement de déterminer de quelle manière cette action dépend de la constitution chimique des diverses substances nitrées employées. En premier lieu on établit que de faibles doses de substances amyloées causent une chute dans la pression du sang résultant principalement, sinon entièrement, d'une dilatation des artères réduisant ainsi la résistance périphérique dans une grande proportion. Les auteurs ont institué diverses expériences pour déterminer la cause de cette dilatation. Cet effet semble résulter d'une action sur les vaisseaux du système nerveux. L'action des paraffines diffère de celle-ci par les résultats suivants : 1^o Toutes les substances examinées produisent, par quelque moyen qu'elles soient administrées, une réduction de la pression du sang qui est variable, suivant le composé employé dans son extension et ses progrès aussi bien que dans la guérison consécutive. 2^o Une accélération du pouls est d'ordinaire accompagnée et continuée par une chute dans l'inhalation, cette chute variant d'ailleurs avec la nature de la substance. 3^o La respiration est temporairement affectée pendant et immédiatement après l'inhalation et d'une façon permanente par des administrations répétées de la même substance ou de substances différentes. Les auteurs donnent un tableau montrant l'ordre différent des différents corps administrés à des animaux par inhalation sous des volumes égaux. — M. G. H. Howard Mummery. *Quelques points relatifs à la structure et au développement de la dentine.* L'auteur montre que certaines apparences de la dentine donnent à penser qu'elle est formée par une calcification du tissu conjonctif et que son développement est très analogue au mode de formation que l'on attribue généralement aux os.

Séance du 12 mars 1891.

1^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. R. J. Glazebrook communique un mémoire de feu M. J. C. Mac Connell. *Sur la plasticité de la glace.* Les expériences montrent

qu'un cristal soumis à un effort de tension se comporte comme s'il était constitué par une infinité de feuilles de papiers infiniment minces normales à l'axe optique attachées les uns aux autres par quelque substance visqueuse et qui glissent l'une sur l'autre avec grande difficulté. Un barreau formé par un simple cristal dont l'axe est perpendiculaire à deux faces planes se tend franchement dans le plan de l'axe au-dessous du point de fusion et non dans un plan perpendiculaire. Dans le cristal tendu, l'axe optique en un point se trouve normal aux faces tendues; mais une série de lignes tracées dans la substance de la glace qui étaient primitivement parallèles à l'axe optique restent toujours parallèles les unes aux autres, et non pas d'ordinaire à l'axe optique. Ceci est mis en évidence par les longues et étroites bulles qui se forment fréquemment à angle droit avec les plans de congélation et par ce fait que les faces terminales du barreau restent parallèles pendant l'effort. — **M. W. Cassie.** *Sur les effets de la température sur l'indice de réfraction de certains liquides.* Le tableau suivant montre les résultats obtenus à des températures variant de 16°C à 40°C et quelques autres donnés par l'auteur dans un mémoire précédent « sur l'effet de la température sur la capacité inductive spécifique d'un diélectrique (*Phil. trans.* 1890). »

	Variation pour 1°C Capacité inductive spécifique.	Indice de Réfraction
Térébenthine.....	— 0.012	— 0.003
Sulfure de carbone.....	— 0.04	— 0.006
Glycérine.....	— 0.06	— 0.002
Benzine.....	— 0.014	— 0.0043
Paraffine.....	+ 0.023	— 0.0017

M. Georges Higg. *Les composés bisulfurés de l'alzarine comme sensibilisateurs pour les rayons de faible réfrangibilité.* L'auteur montre une belle photographie des lignes A du spectre solaire et décrit la préparation des plaques rendues ainsi sensibles même aux rayons infrarouges.

Richard A. GREGORY.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 27 février 1891.

MM. Ayrton et Taylor. Démonstration de la généralité de certaines formules données pour un cas spécial par M. Blakesley. Application aux transformateurs. En 1888, M. Blakesley publia un certain nombre de formules relatives à la mesure de l'énergie des courants alternatifs au moyen d'électrodynamomètres constitués par deux bobines indépendantes et placées dans différents circuits. Ces formules sont déduites de certaines hypothèses; on suppose, en particulier, que les courants et l'aimantation varient d'une façon harmonique, que l'induction magnétique dans le fer est proportionnelle à l'intensité des courants. Dans leur mémoire les auteurs montrent que ces hypothèses ne sont pas nécessaires; ils traitent en particulier le cas des transformateurs; des ampèremètres étant placés dans le circuit primaire, dans le circuit secondaire et un dynamomètre à lecture directe ayant une bobine dans chaque circuit, si l'on désigne par D_p , D_s et D_{ps} les lectures des trois instruments, l'on a

$$D_p = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T A_p^2 dt}, \quad D_s = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T A_s^2 dt}$$

et

$$D_{ps} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T A_p A_s dt}$$

A_p et A_s étant les valeurs des courants primaires et secondaires à chaque instant, et T le temps d'une oscillation complète. Si i est l'induction totale au centre, P et S le nombre de tours de fil sur les circuits primaires et secondaires, V_p et V_s les pressions finales,

ρ et σ les résistances des bobines primaires et secondaires, on a à chaque instant

$$V_p = \rho A_p + P \frac{di}{dt} \text{ et } \frac{di}{dt} = \frac{\sigma}{s} A_s$$

on tirera de là

$$\frac{1}{T} \int_0^T A_p V_p dt = \frac{1}{T} \int_0^T A_p^2 dt + \frac{P}{s} \frac{\sigma}{T} \int_0^T A_p A_s dt$$

de sorte que le nombre de watts dans le courant primaire $= \rho D_p^2 + \frac{P}{s} \sigma D_{ps}$. Le mémoire indique aussi les

formules qui conviennent au cas de transformateurs contenant des aimants; des expériences ont été instituées avec un transformateur de Mordey et ont conduit à des résultats en accord avec les prévisions du calcul.

— **M. Blakesley.** Contribution à la dynamométrie. L'objet de ce mémoire est de montrer que certaines quantités physiques peuvent avantageusement être évaluées à l'aide d'électrodynamomètres à deux bobines de petites résistances dans des circuits électriques. Un

tel appareil mesure l'intégrale $\frac{1}{T} \int_0^T C_1 C_2 dt$ où C_1 et C_2

sont les valeurs des courants à chaque instant; comme cas particulier, ces deux valeurs peuvent, bien entendu, être identiques. Un certain nombre de quantités physiques peuvent être évaluées ainsi comme un produit $C_1 \times C_2$, deux quantités qui peuvent d'ailleurs être indépendantes du temps. L'auteur montre l'application de cette conception au cas de transformateurs en série ou parallèles, ou l'emploi de la méthode indiquée à la mesure de l'énergie dans des appareils divers tels que des voltamètres soumis à des courants de diverses sortes, générateurs parallèles, etc. — **M. Swinburne** fait, à l'occasion de ces deux communications, diverses remarques relatives au rôle de la self-induction dans les transformateurs. — **M. Mordey** dit que les résultats obtenus par MM. Ayrton et Taylor confirment entièrement les expériences qu'il avait lui-même faites, au moyen d'une méthode très différente.

Séance du 6 mars 1891.

M. James Swinburne : Note sur les wattmètres électrostatiques. Après avoir rappelé l'histoire de l'application de l'électromètre à la mesure de la puissance dans les courants alternatifs, l'auteur remarque que l'on peut obvier à la nécessité de faire deux lectures pour déterminer le nombre de watts dépensés en séparant les quadrants au lieu de les réunir en paire comme dans la méthode ordinaire. Des résistances sans induction sont reliées au transformateur ou au moteur ou à tout autre appareil où l'on veut mesurer la puissance, de façon à être placées en série avec l'appareil et en opposition, les quatre extrémités des deux résistances sont en communication avec les quatre quadrants. Dans ces conditions la déviation de l'aiguille mesure le nombre de watts. — **M. Smith** remarque qu'il n'est pas nécessaire de faire deux observations, dans la méthode électrométrique ordinaire, si l'on emploie un faux zéro. — **M. Swinburne** répond que l'observation de ce zéro revient en somme à une seconde lecture. — **MM. Ayrton et Sumpner.** Interférences avec des courants alternatifs. Le mémoire est relatif aux phénomènes que l'on observe en communiquant des tensions électriques alternatives à des circuits constitués par des combinaisons variées de résistances, condensateurs, arcs ou bobines d'induction; il traite aussi des propriétés des transformateurs et des particularités observées dans les appareils Ferranti. Dans l'une de ces expériences, une bobine d'induction et un condensateur étaient reliés en série et une tension de 25 volts, mesurée au voltmètre Cordew, était communiquée aux deux extrémités; la tension des deux parties, mesurée de la même façon était respectivement de 110 et de 104 volts; en joignant un condensateur et une bobine d'induction parallèlement, un am-

péremètre placé dans le circuit principal indique 5 ampères tandis que l'on constate que 6 ampères 4 traversent le condensateur, et 10 ampères la bobine. D'autres expériences analogues ont été faites sur des courants alternatifs, des arcs électriques etc.; il y a lieu de remarquer que ces faits ont une grande importance dans l'estimation de l'énergie dépensée dans les lampes; l'erreur que l'on pourrait commettre de ce chef dépend de la qualité du charbon et du caractère de l'arc. Ces phénomènes peuvent se calculer théoriquement, si l'on connaît la différence de phase des tensions dans les deux parties, différence qui est fonction de la résistance et de la self-induction de la bobine. Au sujet des caractéristiques des courants alternatifs, les auteurs décrivent un procédé pour obtenir graphiquement la courbe des forces électromotrices. Les auteurs ont aussi étudié l'effet Ferranti, et il résulte de cette étude qu'ils pensent devoir attribuer cet effet à une sorte d'action réciproque entre le condensateur et la self-induction du transformateur et non à des réactions des armatures dans la dynamo. Une discussion au sujet de cette communication s'engage entre MM. Swinburne, Smith et Blakesly.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 19 février 1891.

MM. Stanley Kipping et Perkin Junior. — *Action des agents réducteurs sur l'α,α' dinitcylpentane. Synthèse du diméthylidihydroxyheptaméthylène.* — M. Adie. *La pression osmotique des sels en dissolution.* — L'auteur étudie directement la pression osmotique des solutions salines par la méthode de Pfeffer. Ce mémoire sera analysé plus longuement dans la Revue. — M. Adie. *Comparaison directe des constantes physiques qui entrent en jeu dans la détermination des poids moléculaires par la méthode de Raoult.* — M. Frederick Perkin. *Dérivés du pipéronyle.* — MM. Armstrong et P. Wynne. *Etudes sur la constitution des dérivés substitués de la naphthaline.* — Acide β naphtylamine-disulfonique d'Andresen.

Séance du 3 mars 1891.

M. Tutton. *Forme cristalline du sel de chaux de l'acide glyérique optiquement actif.* — Les cristaux appartiennent au système monoclinique et présentent l'hémiédrisme, comme tous les corps cristallisés, doués du pouvoir rotatoire, examinés jusqu'ici. — MM. Percy, Frankland, A. Stanley, W. Frew. *Fermentation produite par le pneumococcus de Friedlander.* — M. Brauner. *Dosage volumétrique du tellure (2^e partie).* L'auteur donne comme conduisant à des résultats satisfaisants l'emploi du permanganate de potasse pour transformer en acide tellurique, le bioxyde de tellure, en solution dans l'acide sulfurique. — MM. Armstrong et Rossiter. *Dérivés chlorés et bromés du naphthol et de la naphtylamine.*

SOCIÉTÉ ROYALE D'ÉDINBOURG

Séance du 16 mars 1891

Le Dr John Murray lit un mémoire de M. Robert Irvine et de lui-même sur la formation de la silice et des silicates dans les mers actuelles. Il y a une grande difficulté à se rendre compte de cette formation à cause du grand nombre des organismes qui renferment de l'acide silicique et des débris de ces organismes qui se rencontrent dans l'Océan et sur le lit de l'Océan. La totalité de silice qui existe en dissolution dans l'eau de mer est bien loin de suffire à l'immense développement de tels organismes dans les diverses parties de l'Océan. Les auteurs prouvent que l'argile et la vase que charrient les flots au bords de la mer se retrouvent dans les parties les moins azotées de l'Océan; et l'on peut extraire des diatomées de ces vases en quantité suffisante pour former les couches siliceuses. Les auteurs montrent aussi que ce pouvoir de suspension de l'eau de mer pour de tels limons diminue d'une façon très marquée quand la tempéra-

ture s'élève et ceci explique la raison de la grande abondance des diatomées dans les mers les plus froides. — M. W. G. Aitchison Robertson fait une communication sur les nerfs des dents et leurs relations avec la croissance de la dentine.

W. PEDDIE,
Docteur de l'Université

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

(SECTION DE MANCHESTER)

Séance du 6 mars 1891.

M. Knecht a trouvé que l'on peut séparer la laine de la soie dans les tissus mixtes, en les chauffant pendant trois heures avec de l'eau sous pression à 130°. La laine se désorganise, la soie reste intacte. — M. Knecht lit une seconde note sur la fixation d'une tartrazine insoluble sur la laine. — MM. Horace Kœchlin et Knecht ont réussi à teindre le cuir avec de l'alizarine à froid, en renversant l'ordre des opérations généralement employé. Ils traitent le cuir d'abord avec de l'alizarine en dissolution alcaline, puis avec le mordant. Les couleurs obtenues sont franches et de bon teint. — M. Davis propose de purifier les eaux d'égout de Salford par une modification du procédé dit à la chaux. On précipite les impuretés en grande partie par la chaux, et l'on se débarrasse de l'excès de chaux en traitant ensuite avec un courant d'acide carbonique. Les matières précipitées sont utilisées pour faire du ciment, et ce sont les fours à ciment qui fournissent l'acide carbonique dont on a besoin dans le début du procédé. Les matières organiques qui restent en dissolution sont oxydées en pulvérisant les eaux en contact avec de l'air chaud. Le volume des eaux est de 43,400 mètres cubes par jour. Elles contiennent: 1° en suspension, 5,5 tonnes de matière dont 3,5 sont de nature organique; 2° en dissolution, 58 tonnes de matière, dont 13,5 de nature organique. — M. Rowland Williams a trouvé qu'un excès d'apprêt sur les tissus de coton ne favorise pas nécessairement, comme on l'a supposé, le développement du mildew. La présence d'une quantité suffisante de chlorure de zinc protège complètement le tissu dans tous les cas.

P. J. HARTOG.

ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

Séance du 7 février et du 7 mars 1891.

Dans la séance de février M. de Heen a exposé les résultats de ses recherches sur la vitesse d'évaporation des liquides dont la surface est soumise à l'influence d'un courant gazeux. Voici ces conclusions: 1° La vitesse de vaporisation est proportionnelle à la racine carrée de la vitesse du courant gazeux. 2° Pour une vitesse de courant déterminée, la quantité de liquide vaporisé est directement proportionnelle à la tension de la vapeur. 3° Si l'on opère sur les liquides de natures différentes la quantité de liquide vaporisée varie comme le produit de la tension de vapeur par le poids moléculaire. 4° Si l'on opère à l'aide de gaz de natures différentes on constate que l'aptitude vaporisatrice d'un gaz est d'autant plus grande que son frottement intérieur est lui-même plus grand. 5° On peut admettre, à titre de loi limite, que la quantité de liquide vaporisé sous l'influence d'un courant gazeux ne dépend que de la vitesse du courant et qu'elle est indépendante de sa pression. Cette conclusion, absolument contraire à l'opinion généralement admise jusqu'à ce jour, semble être une conséquence naturelle de ce fait que la faculté vaporisatrice d'un courant gazeux dépend essentiellement du frottement intérieur du gaz en mouvement; or on sait que le frottement intérieur est sensiblement indépendant de la pression. L'indépendance, au moins presque complète, qui existe entre la vitesse d'évaporation et la pression intérieure permet de tirer cette

conclusion intéressante que, toutes choses égales d'ailleurs, l'évaporation ne se produit pas plus rapidement sur les montagnes élevées que dans les plaines. 6^o En étudiant la vitesse d'évaporation de l'eau dont la surface est soumise à l'influence d'un courant d'air renfermant déjà une certaine quantité de vapeur, M. de Heen trouve que cette vitesse v peut se représenter par l'expression.

$$v = 100 - 0,88 f$$

f représentant la tension de la vapeur rapportée à la tension de la vapeur saturée prise égale à 109. Un courant d'air saturé de vapeur d'eau est donc encore susceptible d'enlever des molécules à la surface de ce même liquide. De l'ensemble des faits observés, il résulte que la vitesse d'évaporation v d'une surface d'eau, soumise à l'influence du vent, peut s'exprimer par

$$v = AF(100 - 0,88f) \sqrt{V}$$

A représentant une constante, F , la tension de la vapeur saturée, V la vitesse du vent. Il est inutile d'insister sur l'importance de ces résultats, qui sont garantis par l'habileté expérimentale de M. de Heen. — M. le marquis de Caligny (Versailles) a adressé à l'Académie royale de Belgique, dont il est associé, deux lettres sur les modifications et les expériences qui ont été faites en 1890 à son système d'écluse à épargne d'eau construit à l'Aubois. Ces lettres ont été présentées dans les séances des 7 février et 7 mars. Afin de ne pas entrer dans des détails qui ne pourraient être bien compris sans la reproduction de ces lettres, où sont indiquées d'ailleurs des simplifications pour d'autres localités, il suffira de dire que l'appareil a été manœuvré sans fatigue par un seul homme, ainsi que cela est constaté officiellement. Les tubes mobiles eussent été depuis longtemps déchirés, leurs parois étant très peu résistantes, s'il y avait eu des coups de bélier, *rendus impossibles parce que les sections transversales ne sont jamais bouchées*. Il résulte de ce fait que la crainte d'employer le mouvement acquis des grandes colonnes liquides est supprimée au moyen des principes de M. de Caligny. — M. Vander Mensbrugghe, a appliqué le principe de la tension superficielle des liquides au cas des inondations. La conséquence de ce principe est que tout rétrécissement dans le lit d'une rivière (rétrécissement qui arrive très généralement au confluent de deux cours d'eau) a pour conséquence une augmentation très considérable de la force vive du courant. Il en conclut qu'on pourrait appliquer l'huile avec succès à diminuer les ravages produits par les inondations. — M. l'abbé Renard donne lecture d'un travail qu'il a fait avec son élève M. Cornet, fils du regrettable géologue, sur la nature et l'origine des phosphates qui se rencontrent si abondamment en Belgique. L'examen microscopique leur a permis d'y reconnaître des moules de foraminifères, où le phosphate s'est déposé, ainsi que des débris d'ossements de reptiles et de poissons. C'est à la décomposition de ces vertébrés qu'est due la formation des phosphates. Cette faune vivait sur les côtes de la mer crétacée, où elle s'est décomposée; les matières phosphatées ont été entraînées au large et mélangées aux matières calcaires qui se déposaient plus loin des rivages.

F. F.

Membre de l'Académie.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 28 février 1891

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. D. J. Korteweg : Sur la position des 24 points de plissement qui se réunissent en un point conique d'une surface soumise à une déformation continue, immédiatement avant et après le passage par le point conique. L'auteur complète la théorie des points de plissement (Cayley's tacnodal points) donnée par lui il y a deux ans (*Verlagen in Mededeelingen*, 3^e série, t. V, p. 402 et *Sitzungs-*

berichte d. k. Akad. in Wien, t. XCVIII, p. 1154). Ces points de coïncidence des deux points de contact (connodes) d'un plan bitangent sont des points de contact de la courbe connodale (lieu des connodes) et de la courbe spinodale (courbe qui sépare les parties de courbure positive et de courbure négative). Par un point conique il passe six branches de la courbe spinodale qui divisent chacune des deux nappes de la surface dans le voisinage du point conique en six segments angulaires de courbure alternativement positive et négative, de manière que deux segments opposés des deux nappes sont de courbure différente. Au point conique chacune des branches de la courbe spinodale est touchée par une branche de la courbe connodale; les points de ces branches ont le point conique pour connode commune. Et par rapport à la distribution de ces six branches sur les segments de courbure différente, tous les cas sont possibles. Si le point conique de la surface qui se transforme est la transition de deux parties réunies (hyperboloïde à une nappe) à deux parties séparées (hyperboloïde à deux nappes), la transformation fait croître les segments positifs aux dépens des autres. Ainsi en passant du cas intermédiaire du point conique au cas des deux parties séparées, les branches de la courbe connodale situés sur les segments négatifs disparaissent, tandis que chacune de celles situées sur les segments positifs se fend en deux branches sensiblement parallèles sur chacune des deux nappes; une d'entre elles possède un point de plissement tout près du point conique disparu. Avant le passage tous les points de plissement qui vont coïncider se trouvent sur les segments négatifs, tandis qu'après le passage tous les points de plissement issus du point conique sont situés sur les segments positifs. Et la somme des nombres des deux groupes est toujours égale à deux fois le nombre pair des branches réelles de la courbe spinodale au point conique. Enfin l'auteur considère le cas spécial des surfaces du troisième ordre. — M. H. G. van de Sande Bakhuyzen : Sur la variation de la latitude d'après des observations faites à Greenwich et à Leyde. L'auteur donne un aperçu historique du point en question. Il rappelle les manières différentes dont on a tâché de se rendre compte de la marche périodique de la latitude de Greenwich, d'après les observations depuis 1831. Il revient à sa supposition de l'influence de la différence de température de l'observatoire et celle de l'air environnant. Il a évalué l'influence de cette différence pour les observations de 1831 à 1882. Des représentations graphiques montrent qu'il y a une concordance frappante entre la marche annuelle moyenne de la différence de température et celle de la variation de la latitude. Après avoir tenu compte de l'influence indiquée de la différence de température, la variation restante de la latitude se compose d'une partie moyenne à période annuelle et d'une partie irrégulière. La première partie peut être mise sous la forme $0,09 \cos \frac{2\pi}{23} (t-22)$, où t représente le nombre des jours à partir du jour de l'an. Et la seconde partie qui renferme des oscillations plus importantes de $+0,4$ à $-0,6$ a été évaluée d'après les observations faites à Greenwich et Leyde. Ces résultats concordent avec les observations de M. F. Küstner à Berlin en 1884 et celles faites à Berlin, Potsdam, Prague et Strasbourg en 1889. Au sujet de ces observations et de leur importance on fera bien d'attendre les résultats de l'expédition à Honolulu.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — Au nom de M. H. Kamerlingh Onnes, M. H. A. Lorentz fait connaître les résultats principaux obtenus par M. L. M. J. Stoel, relativement à l'influence de la température sur la résistance de frottement des liquides, sous des tensions différentes. Il a expérimenté sur le chlorure de méthyle à des températures variant de -28° à $+123^{\circ}$. Les résultats sont exprimés dans quelques formules empiriques. — M. J. M. van Bemmelen montre deux nouveaux sels d'oxyde de mercure et d'acide sulfurique préparés par M. C. Hensgen dans le laboratoire de chimie inor-

ganique de l'Université de Leyde dans le cours de ses expérimentations sur l'équilibre chimique entre ces matières et l'eau. Ces mêmes recherches lui ont montré qu'une solution de chlorure d'antimoine dans l'acide sulfurique dilué se sépare en deux couches sous l'influence de la chaleur.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. Th. H. Behrens fait connaître les résultats des recherches de M. J. N. Retgers, ingénieur des mines à la Haye, sur la constitution du sable des dunes néerlandaises. En traitant ce sable par des liquides de poids spécifiques différents, il a réussi complètement dans la détermination des roches originaires, parmi lesquelles le spath d'Islande joue un rôle très important. D'après ces recherches il n'est plus possible d'admettre que le Rhin, la Meuse et l'Escaut ont déposé ces sables. Ces sables ont été apportés probablement par des glaciers scandinaviens.

SCHOUTE,
Membre de l'Académie.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 12 mars 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Ferdinand Lösschardt. *Les nouvelles hypothèses sur la rotation de la planète Vénus.*

2^e SCIENCES NATURELLES. — M. V. Ettingshausen. *Sur les espèces tertiaires de hêtres dans l'hémisphère Sud.* L'auteur cherche à apporter une contribution à l'étude des espèces de hêtres dont une partie est déjà bien connue; mais il estime que l'on arrivera à une connaissance plus exacte par l'étude des transformations aux diverses périodes géologiques. Il montre que les espèces actuellement vivantes dans l'hémisphère Sud peuvent être déduites des espèces tertiaires. — M. le baron V. Foulon. *Sur les roches et les minéraux de l'île de Rhodes.* L'auteur décrit les roches et les classe dans les groupes suivants : Roches éruptives (Diabase et porphyres). Dépôts fluviaux du pliocène moyen; Serpentine, Feldspaths, Asbeste ligneux et Silicates. — M. le Dr Adamkiewicz. *Principes d'un traitement rationnel des tumeurs malignes (cancer).* Les travaux antérieurs de l'auteur sur le virus et la contagion des cancers lui permettent aujourd'hui de donner une base solide à un traitement rationnel de ces affections. Il y a lieu de distinguer deux parties distinctes dans ces affections, d'une part le cancer lui-même localisé en un point, d'autre part une infection générale qui ne disparaîtrait pas avec la tumeur; l'auteur établit comment le traitement qu'il propose, après avoir agi directement sur les parties malades, influe sur l'économie générale. Il cite l'exemple de plusieurs malades avec des observations cliniques qui montrent, par exemple, l'accroissement progressif du poids au fur et à mesure du traitement.

Emil WEYR,
Membre de l'Académie.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE SAINT-PÉTERSBOURG

Séance du 23 février 1891

Le président fait part à l'Académie de la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de son correspondant pour la section mathématique, Mme Sophie Kovalevsky, professeur à l'Université de Stockholm, morte le 29 janvier (10 février).

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Backlund, membre de l'Académie, présente un mémoire contenant les résultats des déterminations des points astronomiques faites en 1890 pendant l'expédition dans les montagnes du Timan (bassin de la Petchora, nord-est de la Russie). Grâce à ce travail on aura la position géographique exacte de vingt-cinq points (dont sept déterminés par des observations répétées deux fois) dans une des régions les moins connues de l'Europe.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. N. Beketoff présente une note de M. Borzilevsky intitulée : *Combinaisons des*

aldéhydes avec les composés azotiques. — M. Wild présente les traductions russes des mémoires suivants, publiés en allemand dans le t. XV du « Repertorium für Meteorologie » : M. Nassakin, *Les tempêtes de la Baltique*; M. Sreznovsky, *La corrélation entre la température et l'humidité absolue de l'atmosphère à Saint-Petersbourg.*

Séance du 9 mars.

SCIENCES NATURELLES. — M. A. Famintzin présente à l'Académie son mémoire modifié ¹ sur la symbiose des algues et des infusoires. Le texte russe de ce travail formera le premier fascicule d'un recueil intitulé *Travaux du laboratoire de botanique de l'Académie des Sciences*, tandis que la traduction allemande paraîtra dans les « Mémoires » de l'Académie. — MM. Ovsianikoff et Strauch, membres de l'Académie, présentent un mémoire du professeur Kiolodkovsky, sur le développement embryonnaire de la phyllostroma (*Blatta germanica* (en allemand)). Ce mémoire est divisé en 6 chapitres : 1^o historique, bibliographie, méthode et premières phases du développement; 2^o formation des deux premiers feuillettes embryonnaires; 3^o développement des formes extérieures de l'embryon; 4^o les dérivés de l'ectoderme; 5^o formation de la cavité générale du corps, de l'ectoderme et de différents organes internes; 6^o déductions générales relatives à la question de la segmentation de l'œuf, à la morphologie des feuillettes embryonnaires, et à la morphologie et la physiologie des insectes. Voici les principales conclusions de ce travail : 1^o Le ganglion sus-œsophagien est composé de plusieurs parties. 2^o La tête des insectes est formée probablement de plus de quatre segments ainsi qu'on l'admettait jusqu'à présent. 3^o Les antennes sont des appendices post-œux et, par conséquent, des homologues de tous les autres appendices ventraux. 4^o Certains organes que l'on observe pendant le développement embryonnaire des insectes sont les homologues des entonnoirs ciliés des organes segmentaires des vers. 5^o Le développement de la Blatta est toujours accompagné par l'apposition dans l'œuf de corpuscules en forme des bâtonnets (probablement des bactéries), leur présence paraît surtout être liée à la liquéfaction du vitellus nutritif et à la formation du corps adipeux. Le fait avait été déjà signalé par d'autres observateurs, mais ce n'est que dans le présent travail qu'il fut démontré et observé dans sa totalité. 6^o Les affinités des insectes et des myriapodes sont des plus étroites. 7^o Les différentes formes du blastopore peuvent être rattachées à un type commun dans tous les œufs méroblastiques.

O. BACKLUND,
Membre de l'Académie.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séance du 1^{er} mars 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Betti présente un théorème de mécanique, qui lui permet d'arriver aux équations données par M. Hertz pour les forces électriques et les forces magnétiques. Dans ces équations les forces de translation seraient les forces électriques, et celles de rotation, les forces magnétiques. — M. Volterra, dans une note sur les équations fondamentales de l'électrodynamique, observe que de même que les questions de dynamique dépendent d'un système unique d'équations différentielles (les équations de Lagrange), de même, d'après les formules de Hertz, toutes les questions d'électrostatique, de magnétisme et d'électrodynamique, dépendent d'un seul système d'équations différentielles. Lorsque les forces admettent un potentiel, les équations de la dynamique de Lagrange peuvent être déduites, comme on sait, d'un problème de calcul des variations. C'est ce qui constitue le principe de l'action stationnaire. M. Volterra démontre que dans le cas des systèmes en repos, les équations de

(1) Voy. la séance précédente.

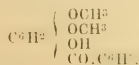
Hertz sont encore reliées à des questions de calcul des variations. Quand les équations relatives à une question de physique dérivent d'un problème de calcul des variations, on peut chercher à établir des relations entre ces équations et les équations de la dynamique. Il suffit pour cela que la quantité qui paraît sous l'intégrale, dont la variation doit s'annuler, puisse se séparer (comme l'action de Hamilton) en deux parties, telles que leur différence représente l'énergie du système; et que l'une d'elles dépende (comme le potentiel) des paramètres qui individualisent l'état du système, et que l'autre (comme la force vive) soit une fonction quadratique des dérivées de ces mêmes paramètres, par rapport au temps. Lorsqu'on arrive à faire cette décomposition, on peut trouver, comme l'a observé M. Poincaré, un nombre infini d'interprétations mécaniques de la question. Une décomposition de ce genre peut être exécutée pour quelques-unes des intégrales que l'on obtient quand on relie les équations de Hertz à des questions de calcul des variations. — M. Ciani fait connaître le résultat des recherches qu'il a exécutées en reliant entre eux les éléments de la figure que l'on obtient en combinant et groupant de différentes manières les faces, les arêtes et les sommets d'un pentaèdre complet. Dans cette figure se trouve compris le groupement de M. Cremona, formé par quinze droites placées par trois dans quinze plans. — M. Padova : Sur les équations générales de la dynamique. — Interprétation mécanique des formules de M. Hertz. — M. Capelli : Sur l'extension du développement par polaires des formes algébriques à plusieurs séries de variables. — M. Millosevitch informe l'Académie que le soir du 12 février, il a découvert une petite planète de douzième grandeur, dont la position dans le ciel ne correspond, même d'une manière approximative, à aucune des petites planètes dont l'orbite a été déterminée d'une manière satisfaisante. Il s'agit donc d'une nouvelle planète, à moins qu'elle ne soit identique à l'une des petites planètes perdues, ce que l'on pourra reconnaître à l'aide d'une première série d'éléments elliptiques. Actuellement la petite planète découverte par M. Millosevitch porte le numéro 304. Les observations que l'on a pu faire avant et après la pleine lune, sont les suivantes :

1891	Temps moyen de Rome		R appar.		Déclin. appar.
	h	m	h	m	
Févr.	12	55.19	9.51	27.20 (8.843)	+16.52, 41,2 (0.572)
"	14	11.58.55	9.19	45.76 (8.386a)	+16.57, 39,8 (0.568)
"	15	11.52.34	9.48	54.15 (8.439a)	+17. 0. 5,9 (0.568)
"	26	7.19.25	9.39	53.88 (9.396a)	+17.22. 0,4 (0.662)
"	27	8. 7.35	9.39	5.07 (9.521a)	+17.23.50,7 (0.628)

— M. Narducci entretient l'Académie d'un ancien manuscrit que M. Maes a trouvé à la Bibliothèque Angélique de Rome, en rédigeant le catalogue des manuscrits grecs, et qui contient le traité *De quatuor Mathematicis scientiis* de Georges Pachymeres, historien et mathématicien du xiv^e siècle. A la bibliothèque Nationale de Paris existent cinq exemplaires du traité de Pachymeres, plus modernes cependant et moins complets que celui possédé par la bibliothèque romaine, dont ils doivent être des copies. M. Narducci donne des détails sur le manuscrit; il rapporte les erreurs et les contradictions des savants qui se sont occupés des œuvres de Pachymeres et de l'histoire des mathématiques, au fait d'avoir omis de prendre connaissance des documents originaux.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — Est approuvée, après lecture du rapport de MM. Blaserna et Righi, la publication, dans les volumes des Mémoires, d'un travail de M. Banti sur l'aimantation du nickel, soumis à des actions mécaniques spéciales. M. Banti a repris les recherches de M. Nagaoka sur l'inversion de polarité magnétique qui se manifeste dans un fil de nickel, convenablement tordu et tendu. A l'aide d'observations et de mesures répétées, M. Banti démontre que l'on peut produire le phénomène à la suite d'un grand nombre de torsions

et détorsions du fil, sans qu'il soit nécessaire d'exercer sur ce dernier une tension quelconque. Le phénomène dépend donc de l'état d'élasticité où se trouve le fil à la suite des opérations qu'il a subies; d'autre part on sait déjà, par les expériences d'Ewing, que la tension n'est point capable, à elle seule, de produire l'inversion. — MM. Ciamician et Silber ont commencé l'étude des substances d'origine végétale que l'on tire de l'écorce du *Coto* et qui appartiennent encore aux « corps à sérier » de Gherard. Quelques-unes de ces substances, dont on ignore la constitution, sont douées de remarquables propriétés thérapeutiques. MM. Ciamician et Silber ont commencé leurs recherches par l'étude de l'*Hydrocotoïne*, et ils ont reconnu l'exactitude de la composition $C^{15}H^{10}O^4$ et du poids moléculaire 258 donnés par Jobst et Hesse. Pour ce qui concerne la constitution de la substance, les deux auteurs considèrent l'*Hydrocotoïne* comme un dérivé du benzophénone, et en donnent la formule suivante :



3^e SCIENCES NATURELLES. — M. Arcangeli s'occupe des nodosités qui se forment sur les racines des Légumineuses, et des microbes qui s'y trouvent. Il commence par relever que c'est à Gasparrini qu'appartient la découverte des microbes en 1851, tandis que Woronine, à qui l'on attribue cette découverte, ne vit les bactéries des tubercules que quinze ans plus tard. M. Arcangeli résume ensuite les divergences existant entre les auteurs qui considèrent les bactéries des Légumineuses comme capables d'assimiler l'azote libre de l'air, et de fournir de cette manière à la plante l'alimentation azotée qui lui est indispensable, et les observateurs qui ont reconnu que les microbes des tubercules perdent leur propriété de fixer l'azote de l'air, lorsqu'ils se trouvent hors des nodosités. On pourrait même énoncer, dit M. Arcangeli, une nouvelle hypothèse, en supposant que les bactéries des tubercules, libres dans le sol, puissent fixer l'azote du terrain, qui ensuite serait absorbé par les racines. Les nodosités constitueraient un simple phénomène de parasitisme, capable d'exalter la fonction assimilatrice des racines et des feuilles. Enfin, si la question n'est pas encore résolue, on peut admettre que les tubercules sont des productions anormales, de nature parasitaire ou symbiotique, semblables à celles qui se produisent dans l'olivier et dans la vigne, et qui, en exaltant les fonctions assimilatrices des plantes, rendent le terrain plus riche en matières azotées, et en augmentent la fertilité. — M. Mingazzini adresse à l'Académie le résultat de ses observations sur les Sporozoaires, qui lui ont permis de reconnaître de nouveaux faits relatifs au développement des Coccidiens. L'auteur a étudié en outre le développement des Grégarines Monocistidées, et il a trouvé que la loi de Haeckel sur le développement des Métazoaires est vérifiée aussi pour les Protozoaires; c'est-à-dire que les Grégarines Monocistidées, avant d'arriver à la forme adulte, passent par des états rappelant des espèces dont l'évolution n'est pas encore accomplie. M. Mingazzini apporte des modifications à la classification actuelle, et il en propose une nouvelle qui s'appuie sur ses nouvelles recherches; il ajoute enfin de nouvelles espèces à celles déjà connues. — M. Lovisato communique à l'Académie les recherches qu'il a exécutées en Sardaigne, sur la constitution géologique de l'île. Se reportant aux stratifications observées et aux fossiles recueillis, M. Lovisato avait déjà affirmé que le Pliocène n'existe pas dans l'île, et que tout ce qui a été signalé par Lamarmora dans sa carte comme appartenant au Pliocène, doit être rapporté au Miocène. Dans la présente note M. Lovisato donne de nouveaux détails qui confirment ses premières déductions.

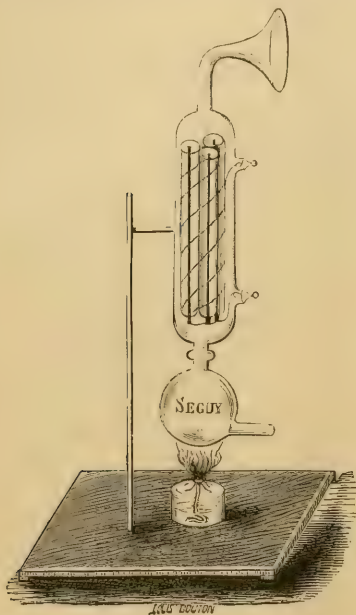
Ernesto MANGINI.

CHRONIQUE

LE GÉNÉRATEUR TUBULAIRE A OZONE DE M. GASTON SEGUY

L'appareil réalisé par M. G. Seguy présente sous un faible volume une remarquable puissance de production, et de plus se distingue des appareils similaires par la simplicité et la régularité du fonctionnement.

Il se compose essentiellement d'une série de tubes de verre entourés extérieurement d'une hélice d'aluminium et traversés intérieurement par une tige du même métal¹. Toutes les hélices extérieures sont réunies entre elles, et constituent l'un des pôles, l'autre étant constitué par l'ensemble des tiges intérieures. Chacun des tubes forme ainsi un appareil à ozone complet; leur ensemble, enfermé dans un tube de verre unique, qui dans le modèle ordinaire a un diamètre de 3 centimètres et une longueur de 12 centimètres, présente ainsi sous un volume restreint un appareil d'un débit très considérable.



Cet instrument offre un autre avantage au point de vue de la circulation des gaz. Les appareils précédents exigeaient l'emploi fort incommode de soufflets ou de pompes à air, Ici l'appel de gaz se produit régulièrement

¹ C'est M. Seguy père qui, le premier, a signalé en 1875 la supériorité de l'aluminium pour cet usage, et l'a adopté dans la construction des tubes à ozone de M. Houzau.

ment et d'une façon automatique sans aucun dispositif encombrant, par l'utilisation de la force ascensionnelle de l'air chaud provenant du ballon de verre muni latéralement d'une prise d'air (voir fig.) et qu'il suffit de chauffer légèrement.

Dans l'emploi de tout appareil à ozone, il est indispensable de prendre quelques précautions qui se justifient d'elles-mêmes par la connaissance des propriétés et des conditions de stabilité de ce gaz. On doit proscrire les raccords en caoutchouc, éviter de chauffer trop fortement, et se mettre à l'abri de l'humidité, par suite bien se garder de mettre en présence de l'eau l'ozone produit, et ne le conserver que sur le mercure.

L'appareil de M. Seguy, déjà à l'essai à l'Institut Pasteur, est appelé à rendre de grands services en médecine, car l'oxygène ozonisé constitue peut-être un agent thérapeutique très efficace. Dans le traitement de l'anémie, les inhalations d'ozone produiraient un effet bienfaisant en augmentant, ainsi que l'a montré le Dr Labbé, la quantité d'oxyhémoglobine du sang¹. On préconise également l'emploi de l'ozone dans les affections du larynx et du pharynx, dans la tuberculose, pour le pansage des plaies comme traitement préventif contre la gangrène, enfin pour la désinfection des chambres de malades atteints d'affections épidémiques.

Au point de vue industriel, le même appareil permettra également d'utiliser plus souvent l'ozone. On sait qu'il peut jouer un rôle actif dans la rectification des alcools, le vieillissement artificiel des eaux-de-vie, la fabrication du vinaigre, des huiles, de la caféine et des parfums.

Edgard HAUDÉ.

Nous recevons le premier numéro de la *Revue des sciences naturelles de l'Ouest*, paraissant à Paris, 14, boulevard Saint-Germain, tous les trois mois. « Cette revue a pour objet de mettre en relation tous ceux qui dans l'Ouest de la France s'occupent des questions du domaine des sciences naturelles. Laissé dans l'ombre, l'Ouest mérite qu'on s'intéresse à ses savants et aux recherches qu'ils y poursuivent chaque jour. La Revue, dont chaque fascicule comprendra 80 pages, s'efforcera de faire connaître les travaux des spécialistes de cette région et sera exclusivement consacrée à des articles ayant trait surtout aux anciennes provinces de Bretagne, Anjou, Maine, Poitou, Aunis et Saintonge ».

Nos lecteurs ont sans aucun doute appris la mort de M. Cahours survenue le 17 de ce mois. Nous consacrerons prochainement une notice nécrologique à l'illustre chimiste que la Science vient de perdre.

¹ Le mémoire du Dr Labbé sur le traitement de l'anémie et de la chlorose par l'ozone contient des détails précieux sur son mode d'emploi.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LA CAUSE DE L'ÉQUILIBRE DANS LA MOLÉCULE

Il y a deux manières de concevoir la molécule : ou bien elle est composée d'un chaos d'atomes tournant sans ordre autour d'un centre de gravité commun, ou bien elle a (au moins en partie) une forme géométrique fixe, c'est-à-dire que chaque atome oscille autour d'un point fixe. Cette dernière manière de voir s'appuie sur les découvertes de M. Pasteur relatives au rapport qu'il y a entre la dissymétrie des cristaux et le pouvoir rotatoire des corps dissous ; elle est confirmée par la découverte que j'ai faite en 1874, en même temps que M. Van T'Hoff, d'une règle pratique permettant de prédire d'après la formule de constitution le pouvoir rotatoire d'un composé organique carboné, car cette règle est déduite de la dissymétrie de la molécule, qui ne peut exister que si sa forme est invariable. De nombreux corps actifs nouveaux fabriqués de toutes pièces ont vérifié ces lois, et, en dernier lieu est venue la remarquable découverte de M. Bayer, qui a trouvé dans les composés d'addition de la benzine une série nouvelle d'isomères différents, suivant que les atomes qui s'ajoutent sont tous situés du même côté du plan de l'hexagone (corps *cis* ou *trans*) ou bien les uns d'un côté et les autres de l'autre (corps *à la fois cis et trans*).

I

L'étude des isoméries et des pouvoirs rotatoires qui résultent de la fixité de la forme moléculaire, constitue ce que M. V. Meyer a appelé la *stéréochimie*, c'est-à-dire la géométrie de la molécule chimique ; il y avait utilité, je crois, à traiter cette question géométrique indépendamment de la

question dynamique, car la vérification de ces faits géométriques *n'impliquait aucunement la vérification des hypothèses faites sur les causes qui maintiennent l'équilibre moléculaire*.

Il est vrai que le problème dynamique n'en existe pas moins en lui-même et l'on doit se poser la question de savoir pourquoi le gaz des marais CH_4 et ses dérivés ne sont pas à l'état d'un chaos formé de cinq atomes. A cette question M. Van T'Hoff et l'école allemande répondent que le carbone a la vertu de maintenir en place les quatre atomes d'hydrogène ou les radicaux substitués au moyen de quatre pôles attractifs correspondant aux anciennes valences. Ce système de la valence dans l'espace consiste donc à expliquer le fait par une hypothèse nouvelle, inventée expressément pour satisfaire à cette condition. L'action de ces quatre pôles ramènerait les quatre atomes d'hydrogène du gaz des marais aux sommets d'un tétraèdre dont le carbone est le centre, et les forces qui agissent sont, de l'aveu de M. V. Meyer, perpendiculaires à la direction qui va du carbone à l'hydrogène, ce qui exige que l'atome de carbone occupe un volume appréciable. Ces difficultés à elles seules justifient le soin que j'ai pris de ne pas mêler la question dynamique à la stéréochimie. Il y en a d'autres encore, car si le carbone et l'azote sont doués de pôles attractifs, les atomes ou les radicaux qui leur sont combinés vont se placer forcément en face de ces pôles ; d'où résulteraient deux choses :

1^o Les dérivés iodés, bromés ou chlorés d'un carbure d'hydrogène, devraient avoir la même forme géométrique et par conséquent la même forme cris-

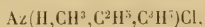
talline que le carbure lui-même. J'ai déjà démontré par des exemples, la plupart anciens et quelques-uns nouveaux, qu'il n'en est rien¹.

2° Il résulte de la théorie des pôles que dans tous les dérivés du carbone et de l'azote, la molécule a une forme géométrique invariable, quelle que soit la nature des atomes ou radicaux combinés à l'azote. Ceci paraît en effet exact pour le carbone, quoique l'on n'ait pas encore fait les corps actifs les plus simples, comme le gaz des marais, substitués de fluor, de chlore et de brome :



Mais pour les sels ammoniacaux, nous savons, au contraire, qu'il en est tout autrement. L'azote étant uni dans le chlorure d'ammonium à cinq atomes, on doit lui supposer cinq pôles qui ne peuvent être symétriquement situés dans l'espace; de là il résulte qu'il devrait y avoir deux méthylamines, par exemple, et une foule d'isomères dont on ne trouve aucun échantillon, du moins dans le bas de la série.

J'étais moi-même si persuadé que la molécule a une forme invariable, que je préférerais admettre qu'un seul des isomères prévus était stable, chose qui, dans le système des pôles, était déjà inexplicable; mais, si l'on renonçait à l'hypothèse des pôles, on pouvait concevoir facilement que le corps substitué possède une seule forme d'équilibre et que cet isomère unique ait une forme géométrique invariable; j'ai cherché à prouver ce point par une recherche sur le pouvoir rotatoire. En effet, si nous substituons, dans le chlorure d'ammonium AzH^4Cl , quatre radicaux différents, quel que soit leur arrangement dans l'espace (que le chlore ou l'azote soit au centre) pourvu que la forme géométrique soit stable et pas plane, il y aura dissymétrie. J'ai donc préparé le corps



sel qui (en comptant l'hydrogène) renferme quatre radicaux distincts, et qui constitue un excellent milieu pour les moisissures; or, après avoir fait des cultures considérables, le résidu resta, contre mon attente, absolument inactif. Nous sommes donc bien obligés d'admettre que dans les premiers dérivés de substitution du chlorure d'ammonium, la molécule n'a pas une forme invariable, en d'autres termes que les radicaux alcooliques ou du moins quelques-uns d'entre eux, permutent à la température où nous opérons. L'effet de ces permutations est de transformer les isomères chimiques et optiques l'un dans l'autre; après tout, la même chose a lieu dans la série grasse, puisque l'acide tartrique,

l'alcool amylique, etc., perdent leur pouvoir rotatoire et se racémisent, à des températures plus élevées, il est vrai.

Dans le système des valences dans l'espace on peut fort bien admettre que les pôles de l'azote à la température habituelle et ceux du carbone à une température plus élevée, sont trop faibles pour maintenir en place les radicaux alcooliques; mais au moins les faits devraient se passer de la même manière pour tous les termes la série, et c'est ce qui n'a pas lieu.

Tout récemment en effet j'ai démontré que les choses changent de face lorsque les substitutions sont au nombre de quatre et que les radicaux substitués sont des termes suffisamment élevés de la série alcoolique²; à ce moment, l'isomérisie et le pouvoir rotatoire deviennent possibles. La cause qui maintient les radicaux à leur place semble donc résider en eux-mêmes et l'on est naturellement amené à l'idée que lorsqu'ils sont suffisamment grands, ils se callent réciproquement. Comme on ne savait pas à quel moment la molécule devait acquérir une forme invariable, le hasard seul pouvait fournir cette indication; elle m'a été donnée par les deux isomères du chlorure de triméthyl-isobutyl-ammonium découverts en 1890.

Il y avait donc lieu de tenter de nouveau d'obtenir des corps actifs en choisissant quatre radicaux différents et plus élevés que les précédents, de façon à augmenter encore la solidité de la molécule. Cette expérience m'a réussi² dès la première tentative sur le corps :



qui a acquis par les moisissures un pouvoir rotatoire considérable.

II

Nous allons à présent rechercher si l'équilibre de la molécule ne peut pas s'expliquer autrement que par l'hypothèse des pôles.

M. Mendeleeff depuis longtemps avait posé le principe que dans une molécule tous les atomes réagissent les uns sur les autres; mais, comme l'affinité n'est qu'une force attractive, il fallait pour maintenir les atomes à une certaine distance les uns des autres, l'intervention d'une force répulsive. M. Guye, dans ses recherches sur le changement de signe du pouvoir rotatoire, a montré que ce changement coïncide avec le déplacement du centre de gravité, en calculant ce dernier d'après l'hypothèse du tétraèdre régulier de Van T'Hoff. Certaines contradictions se présentèrent dès l'abord; la plupart ont disparu quand, au lieu de supposer le tétraèdre régulier, on admit que le radical uni au

¹ Voyez le *Bulletin de la Société chimique de Paris*, 1890.

² *Comptes rendus, Académie des Sciences de Paris*, avril 1891.

² *Comptes rendus, Académie des Sciences de Paris*, 1890.

carbone était situé dans la direction du pôle, mais à une distance variable. Cette distance, M. Guye la calculait avec les sphères répulsives de M. Van der Vals et posait aussi en principe que parmi les forces répulsives qui agissent à l'intérieur de la molécule, il faut compter celles qui empêchent les gaz sous haute pression de se comprimer suivant la loi de Mariotte et sur lesquelles on a basé la théorie du point critique.

J'ai établi de mon côté que le jeu de ces forces répulsives pouvait remplacer les pôles et suffisait dans les composés saturés du carbone à maintenir l'équilibre intérieur de la molécule ¹. Ce système, qui peut être généralisé, est exempt des deux défauts que j'ai signalés dans la théorie des pôles. En effet :

1° le calcul démontre que les sphères répulsives des atomes de chlore, de brome et d'iode, sont fortement différentes ; de là résulte que les formes d'équilibre des carbures perchlorés, perbromés ou

périodés, doivent être différentes dans certains cas, et cela explique les différences observées dans les formes cristallines.

2° Dans les composés dérivés du chlorure d'ammonium, on comprend que, si les sphères répulsives sont assez petites, elles cesseront à un moment donné de se toucher et que dans le bas de la série les permutations des radicaux deviennent possibles.

Néanmoins, si la plupart des faits connus s'expliquent en dehors de l'hypothèse des pôles, il est possible, soit par suite d'une rotation de l'atome, soit par quelque autre manière, que ce dernier agisse d'une façon particulière dans une direction donnée et possède deux pôles ou davantage. Mais on ne devra recourir à cette hypothèse que lorsque les forces connues ne suffiront plus pour expliquer les phénomènes observés.

A. Le Bel.

Docteur ès sciences.

LES IDÉES NOUVELLES SUR LA STRUCTURE, LE DÉVELOPPEMENT ET LA REPRODUCTION DES BACTÉRIES ²

Un grand intérêt s'attache en ce moment à la morphologie des Bactéries. Pour la bien étudier, il convient de considérer ce petit groupe de micro-organismes non seulement en lui-même, comme s'il était isolé et constituait quelque chose de particulier dans la Nature, mais aussi dans ses rapports avec d'autres groupes voisins d'Animaux et de Plantes.

I

Quant on découvrit les différents représentants des Bactéries sous forme de petits êtres doués d'une mobilité extrême, on ne douta pas que ce fussent des animalcules appartenant à la grande classe des Infusoires. Alors, en effet, tous les organismes doués de mobilité spontanée furent considérés comme des animaux. Bientôt cependant la découverte d'un état mobile chez de véritables plantes devait montrer que ce caractère de mobilité ne pouvait nullement servir à déterminer la nature des organismes inférieurs. En ce qui concerne spécialement les Bactéries, on devait, en outre, être frappé de ce fait qu'un grand nombre d'entre elles se présentaient souvent sous forme de filaments et d'autres états analogues à ceux de beaucoup de plantes inférieures.

On fut donc obligé de soustraire les Bactéries au Règne animal pour les classer parmi les Végétaux. Leur place était désignée parmi les Thallophytes

possédant un état mobile, c'est-à-dire parmi les Champignons ou les Algues. L'absence presque constante de chlorophylle chez les Bactéries constituant un caractère commun avec les Champignons, on était tenté de les considérer comme un groupe de cette classe, et c'est pourquoi on les désigna longtemps sous le nom de *Schizomycètes*. Une étude plus approfondie de ces organismes devait cependant montrer d'une façon tout à fait claire, que ce sont les Algues qui présentent les liens de parenté les plus accusés avec les Bactéries.

Ce résultat, actuellement accepté par presque tous les botanistes, mérite examen. Déjà la forme extérieure de la plupart des Bactéries offre une ressemblance frappante avec celle de beaucoup d'Algues, d'un groupe de celles-ci notamment,

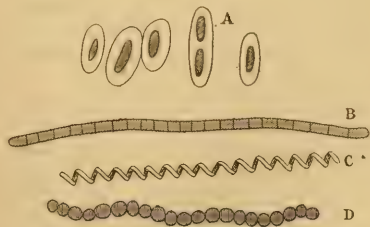


Fig. 1. — Différentes formes de *Cyanophycées*.

connu sous le nom de *Cyanophycées* ou *Phycochro-macées*, Algues colorées en vert bleuâtre (fig. 1). Dans

¹ Bulletin de la Société chimique de Paris, 1890.

² Leçon faite à l'Institut Pasteur.

ce groupe il existe, comme chez les Bactéries, des formes en filaments ou en bâtonnets (fig. 1, B), ainsi que des cellules rondes réunies en amas différents, formant des chapelets (D) ou des corps quadrangulaires, ronds et irréguliers. Mais ce qui est surtout à noter, c'est le fait que parmi les Cyanophycées nous trouvons des formes spiralées, des *Spirulines* (C) comme on les appelle, qui ressemblent beaucoup aux Spirilles parmi les Bactéries. Ce trait de ressemblance nous est d'autant plus précieux que la classe des Champignons est entièrement dépourvue de formes roulées en spirale.

Un autre lien de parenté entre les Cyanophycées et les Bactéries nous est fourni par la fréquence des formes glaireuses, qui produisent si souvent chez les Bactéries des *zoogléas* et qui représentent chez les Cyanophycées des formes dites *palmellacées* (A). Il est bien établi déjà que les zoogléas ne sont qu'un état plus ou moins passager de beaucoup de Bactéries et qu'elles ne peuvent être, par conséquent, considérées comme un genre particulier. Une zoogléa peut se produire au dépens de bactéries filamenteuses, dont les cellules se recouvrent par une ou plusieurs couches glaireuses qui se réunissent pour former des amas de dimensions souvent très considérables. Des masses analogues se rencontrent fréquemment parmi les Cyanophycées, dont quelques-unes, comme les *Nostocacées*, forment des amas ronds très fréquents dans les endroits humides. Quoiqu'on ne connaisse pas jusqu'à présent d'exemple bien établi d'une forme cyanophycée, dont l'état palmellacé se rattacherait sûrement à un état filamenteux, il est bien probable néanmoins que de pareils exemples existent, car des phénomènes analogues ont été observés dans le groupe des Algues chlorophylliennes, notamment dans la famille des *Olothrichées*. Des filaments de ces dernières éprouvent, à un moment donné, un changement de forme très considérable qui consiste en ce que leurs cellules sécrètent une gaine glaireuse, se multiplient rapidement et se transforment en un état palmellacé véritable (fig. 2, A et B). En établissant ce parallèle dans le cycle du développement des Algues et des Bactéries, nous abordons un problème qui a été longuement discuté et qui n'est pas encore définitivement résolu dans toute son étendue. Je veux parler de la question du *pléomorphisme* des Bactéries. Tout le monde est unanime à accepter que certaines bactéries peuvent se présenter sous différentes formes selon l'état de leur développement ou bien selon les influences directes du milieu extérieur. Ainsi on reconnaît facilement que le bacille charbonneux s'allonge en filaments et ne reste en état de bâtonnets que dans l'organisme animal ou dans quelques autres circonstances.

L'état de bacille n'est dans ce cas qu'un stade du développement d'une bactérie en forme de leptothrix. Mais tandis que pour beaucoup d'observateurs, avec M. Cohn en tête, ce *poly* ou *pléomor-*

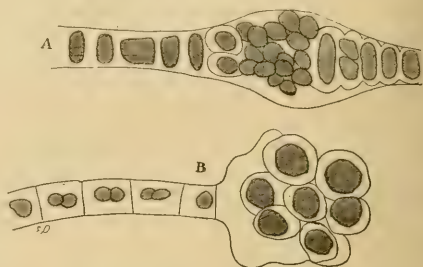


Fig. 2. — *Ulothrix mucosa*. Transformation en état palmellacé, d'après Cienkowsky.

phisme n'est que très restreint, pour d'autres, il se présente d'une manière beaucoup plus générale. M. Nägeli a prétendu même que peut-être toutes les bactéries n'étaient que les différents états d'une seule et même espèce ou bien d'un nombre très restreint d'espèces, qui prenaient des formes particulières suivant les conditions spéciales de leur existence. Ainsi, par exemple, la même bactérie pourrait provoquer, tantôt la fermentation lactique, tantôt la fermentation butyrique, tantôt une maladie tantôt une autre. Ce n'étaient pour lui nullement des transformations d'espèce en espèce comme l'ont prétendu beaucoup de ses interprétateurs, mais bien des changements d'états différents d'une seule et même espèce, comme le passage d'une bactérie filamenteuse à une zoogléa. Je n'ai pas besoin d'insister sur le fait que cette supposition de M. Nägeli ne s'est aucunement réalisée. Des recherches très nombreuses faites pendant les treize années écoulées depuis l'apparition de l'ouvrage du célèbre botaniste, ont pleinement démontré que dans le groupe de Bactéries il existe non seulement plusieurs, mais un très grand nombre d'espèces bien délimitées qui ont chacune son propre cycle de développement. On pense souvent que ce résultat, bien solidement établi, a complètement ébranlé la théorie du pléomorphisme des Bactéries, ce qui n'est pas vrai pourtant. Il existe en réalité beaucoup d'espèces de Bactéries et même d'espèces bien différentes; mais il existe aussi des Bactéries véritablement pléomorphes, c'est-à-dire des Bactéries, dans le cours du développement desquelles nous retrouvons des bâtonnets, des cocci ou des spirilles. Ainsi, par exemple, des bacilles à bouts arrondis, végétant dans un milieu favorable, se divisent très rapidement et finissent par donner des formes

ovales, très petites qui deviennent ensuite de véritables cocci. C'est le cas pour le microbe du choléra des poules, pour le micrococcus prodigiosus, etc. Des milieux moins appropriés ralentissent la multiplication, de sorte que les bacilles ne se transforment plus en cocci et conservent leur forme bacillaire, comme cela a lieu pour le Micrococcus prodigiosus, cultivé dans un milieu acide. Il est tout naturel que les bacilles à bouts tranchés, comme par exemple le bacille charbonneux, ne présentent pas cette transformation en cocci et, se divisant de plus en plus, conservent néanmoins leurs formes rectangulaires. Dans ces cas nous pouvons avoir à faire encore à des bacilles pléomorphes, mais ce ne sont plus des *coccobacilles*, c'est-à-dire des bacilles se transformant en cocci.

D'un autre côté, il est bien démontré que certaines Bactéries filiformes peuvent donner naissance à des spirilles. Ainsi M. Zopf a vu des spirilles se développer au bout des filaments d'un *Cladotryx* ce qui a été dernièrement confirmé par M. Billet. Plusieurs espèces de spirilles présentent dans leur premier état l'aspect de véritables bacilles.

Parmi les Bactéries à cycle de développement des plus pléomorphes il faut citer un espèce saprophytique qui a été découverte par M. Kurth, décrite par lui sous le nom de *Bacterium Zopfii* et

dont les différents états ont été observés dans des cultures pures sur des milieux artificiels (fig. 3). Il s'agit d'un bacille à bouts arrondis et d'ordinaire assez court, qui se divise en cellules de plus en plus petites, qui finissent par être tout à fait

rondes et semblables à des cocci. D'autre part les bacilles s'allongent pour former des filaments droits ou recourbés, souvent en forme de spirales. Quoiqu'on n'obtienne pas de véritables spirilles dans le cycle de développement du *B. Zopfii*, il s'y produit néanmoins des stades analogues aux vibrations.

La plupart des observateurs qui sont opposés à l'admission du pléomorphisme des Bactéries cherchent à prouver que les formes les plus pléomorphes ne sont pas des Bactéries véritables, comme le *Crenothrix*, qui habite les eaux douces, ou bien que le pléomorphisme ne se rencontre que parmi les Bactéries saprophytes, comme chez le *Bacterium Zopfii*. Mais l'exemple du microbe du choléra des poules nous montre déjà que cette idée ne peut être acceptée, car il s'agit ici d'une Bactérie tout à fait pathogène.

Je veux citer encore un autre cas. J'ai eu la chance de rencontrer une Bactérie pathogène chez

les Daphnies, qui présente de la façon la plus démonstrative le passage des bacilles aux spirilles (fig. 4.). Dans les premiers stades de la maladie, le petit crustacé entièrement transparent et par conséquent commode à étudier à l'état vivant, est envahi par une Bactérie ovale d'assez grandes dimensions ; en se divisant successivement, cette Bactérie se transforme d'abord en bâtonnets très réguliers qui se courbent et prennent la forme de petits saucissons ; ces derniers se transforment ensuite en de véritables spirilles qui finissent par se dissocier en filaments de très petites dimensions. Voilà donc une Bactérie tout à fait pléomorphe et en même temps si exclusivement pathogène que jusqu'à présent on n'a point réussi à la cultiver en dehors de l'organisme.

Il y a bien d'autres exemples encore de Bactéries pléomorphes que je ne puis citer ici. Je me contenterai seulement de dire que le pléomorphisme des Bactéries est un phénomène constaté aussi bien

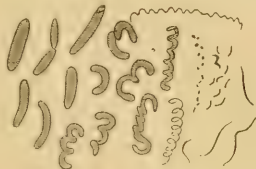


Fig. 4. — *Spirobacillus* Cienkowsky.

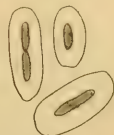


Fig. 5. — Bacilles dans leur gaine.

que chez beaucoup d'autres Algues et que l'existence de cette variabilité de formes ne prouve nullement que toutes les Bactéries soient capables de se transformer en tous les états différents : cocci, bacilles, spirilles, filaments. Je n'ai pas besoin d'indiquer qu'il ne s'agit ici nullement de transformation de Bactéries en Champignons ou en Algues supérieures, comme on l'a prétendu autrefois, ni de mutabilité d'espèces s'opérant sous l'œil de l'observateur. Le pléomorphisme des Bactéries est tout simplement un phénomène du développement qui présente une grande importance pour l'étude de ces microbes, et qui en même temps sert à établir les liens de parenté qui existent entre les Bactéries et les Algues véritables.

Ces liens peuvent être démontrés, non seulement par l'étude du cycle évolutif, mais aussi par l'examen de la structure de la cellule bactérienne. Cette dernière est toujours enveloppée par une membrane mince, composée d'une substance voisine de la cellulose, quoique ne donnant pas, dans la majorité des cas, la réaction caractéristique de cette dernière. Le plus souvent on trouve la cellule bactérienne enveloppée en dehors de la membrane par une gaine gélatineuse plus ou moins épaisse et consistante (fig. 5). Dans un grand nombre de

cas elle frappe les yeux comme chez les palmellacées ; dans d'autres, son existence ne peut être démontrée qu'à l'aide de colorations ou réactifs spéciaux.

Jusqu'à ces derniers temps, on considérait le contenu de la cellule bactérienne comme tout à fait homogène et composé uniquement du protoplasme. Mais des recherches minutieuses de M. Bütschli ont prouvé que les Bactéries se soumettent à la règle générale établie pour tous les organismes, c'est-à-dire que le contenu de leurs cellules se compose d'un protoplasme et aussi d'un noyau. Ces Bactéries présentent seulement cette particularité, c'est que la quantité du protoplasme est minime en comparaison de la dimension du noyau (fig. 6). Chez beaucoup de Bactéries on a même de la peine à retrouver le protoplasme, parce que le contenu de la cellule presque tout entier est occupé par le noyau. Les mêmes procédés qui ont permis de discerner cette structure de la cellule bactérienne ont suffi pour démontrer que



Fig. 6. — Bactérie avec noyau, d'après Bütschli.



Fig. 7. — *Spirillum* avec des flagella.

les Cyanophycées possèdent également un noyau véritable, fait qui a été méconnu pendant longtemps et qui, au point de vue de la structure intime, permet de ranger les Bactéries tout à fait à côté des Cyanophycées.

Les cellules bactériennes, souvent mobiles, comme chacun sait, sont pourvues dans ces cas de cils vibratiles, qui se trouvent tantôt à l'une, tantôt aux deux extrémités de la cellule à la fois ; quelquefois ils sont placés sur les côtés ou forment des touffes aux extrémités de la cellule (fig. 7). On pensait longtemps que ces cils ne se trouvaient que chez les bacilles et les spirilles, et faisaient complètement défaut chez les cocci ; mais, après la découverte d'Ali-Cohen, confirmée par d'autres observateurs, on s'est assuré que les cocci ne présentent nullement une exception à la règle générale.

II

Passant à la Reproduction, nous devons signaler d'abord la division comme le mode universellement répandu parmi les Bactéries et qui forme encore un lien de parenté indiscutable avec les

Algues. Souvent, lorsqu'on a affaire à un microbe dont on ne connaît pas la position systématique, il suffit d'examiner son mode de reproduction pour déterminer la place qu'il occupe. Ainsi le bourgeonnement est caractéristique pour les levûres, tandis que la division accuse la nature bactérienne ou celle d'une algue véritable. Dans la plus grande majorité des cas, les Bactéries se divisent transversalement dans une seule direction (fig. 8, A), ce qui amène à des formes bacillaires ou filamenteuses comme des *leptothrix*, *streptococcus*, spirilles et autres. Dans des cas plus rares, la division s'opère dans deux directions opposées (fig. 8, B), ce qui a pour résultat des formes membraneuses, telles que *Merista*. Quelquefois les

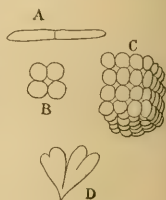


Fig. 8. — Types de division des Bactéries.

cellules bactériennes se divisent suivant les trois directions de l'espace, comme chez les *sarcines* (fig. 8, C). Cet exemple nous montre que la division longitudinale n'est point contraire à la nature bactérienne et par conséquent ne peut servir d'objection contre l'admission dans ce groupe de formes qui ne se divisent que de cette manière. Ce mode de division est caractéristique pour les Pasteuriacées (fig. 8, D), bactéries qui forment des colonies très riches en individus. La division longitudinale, s'opérant d'une façon incomplète, permet la production de formes ramifiées, qui au premier abord ne ressemblent en rien à des bactéries ordinaires. Mais après l'achèvement de la division, les individus se séparent de la colonie et accusent nettement leur nature bactérienne.

On voit donc que, même dans les cas les plus anormaux, la règle générale d'après laquelle les Bactéries se multiplient par division, persiste.

Il serait toutefois imprudent de nier complètement la possibilité du bourgeonnement dans le groupe des Bactéries. Plusieurs représentants de ce groupe, se trouvant dans des conditions défavorables, acquièrent souvent des formes insolites, bien modifiées, qui ont été désignées par Nägeli comme des formes d'*involution*. Elles prennent tantôt l'aspect de massues ou de corps fusiformes, tantôt celui de masses arrondies et bien d'autres encore (fig. 9). Dans cet état involutif quelques bactéries deviennent capables de produire des bourgeons véritables et de donner ainsi naissance à des formes ramifiées. Comme exemple nous pouvons citer le bacille tuberculeux qui, cultivé à des températures élevées, apparaît sous l'apparence de petits mycéliums avec des ramifications véritables, dues à un processus de bourgeonnement

(fig. 9, A). Ces formes, dites involutives, pourraient peut-être servir de trait d'union avec un petit groupe de plantes ramifiées, connues sous le nom

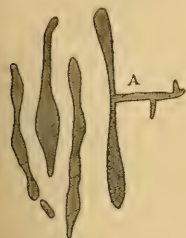


Fig. 9. — Formes d'involution.



Fig. 10. — *Streptothrix*, d'après M. Gasperini.

de *Streptothrix* (fig. 10) et présentant une ressemblance parfois très grande avec des Bactéries véritables. Les représentants de ce genre ont été trouvés dans le canal lacrymal de l'homme ainsi que dans l'eau de rivière, dans l'eau de mer, dans l'atmosphère, etc.; ils peuvent être facilement rencontrés dans le courant des recherches bactériologiques et présentent encore un intérêt tout spécial par rapport au microbe de l'Actinomycose. Quoique ces formes de filaments non cloisonnés, mais véritablement ramifiés, soient encore fort peu connues, elles ont droit certainement à l'attention des observateurs. Comme on n'a pas encore découvert ni dans le groupe des Bactéries, ni dans celui des Cyanophycées de reproduction sexuelle, on serait tenté de supposer dans ces formes ramifiées un état précédant la formation d'organes sexuels. Je ne veux pas entrer ici dans des spéculations sur ce sujet, mais je crois avoir le droit d'attirer l'attention sur ces états ramifiés, parce qu'en tous cas ils présentent des formes bactériennes rappelant certains champignons.

Il y a donc, dans l'histoire naturelle des Bactéries, des faits qui ne concordent pas tout à fait avec la théorie qui en fait des Algues si voisines des Cyanophycées.

Je dois mentionner encore un autre point de dissemblance des deux groupes. Les Cyanophycées se reproduisent à l'aide de spores constituées simplement par des cellules renflées et munies d'une enveloppe protectrice, formant ainsi ce que l'on appelle des *arthrospores*. Chez les véritables Bactéries ce mode est le moins répandu et ce n'est que chez des coccis (*Leuoniste*) et chez quelques spirilles (du choléra) qu'on a pu découvrir des arthrospores formées par des cellules entières (fig. 11). Chez la plupart des bactéries, dont on connaît l'état de spores ou de germes, ces éléments apparaissent sous forme d'*endospores*, c'est-à-dire de spores qui

se produisent non à la suite d'une transformation totale d'une cellule entière, mais bien à la suite d'un acte de croissance aux dépens du contenu de la cellule. L'endospore apparaît d'abord comme un petit grain au milieu du contenu de la cellule; il s'y

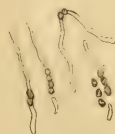


Fig. 11. — *Vibriion cholérique* avec arthrospores, d'après Happe.



Fig. 12. — Formation d'endospore dans un bacille.

développe comme un parasite intercellulaire et finit par remplir toute ou presque toute la cellule (fig. 12). Ces endospores, qu'on n'a pas encore retrouvées d'une manière suffisante chez les coccis, mais qui sont répandues parmi les spirilles et surtout les bacilles, se munissent d'une enveloppe très solide qui permet de supporter les influences extérieures les plus défavorables, telles que la dessiccation, haute température, etc.

L'absence totale d'endospores parmi les Algues nous montre donc que l'analogie avec les Bactéries est loin d'être aussi complète qu'on aurait pu le prétendre d'abord. Il est vrai que, d'après les recherches de M. Klein, il existe chez les Bactéries un mode de formation des spores intermédiaire entre les arthro et les endospores, mode qu'il a pu observer chez plusieurs bacilles, où la jeune spore, se trouvant logée dans la cellule bactérienne, présente dès le début son volume définitif.

Les véritables endospores, très rares en général, se retrouvent encore parmi quelques *monades*, c'est-à-dire les Infusoires flagellés, qui sous plusieurs points de vue rappellent les Bactéries mobiles, ainsi que les zoospores d'Algues et de Champignons. On ne pourrait donc nier un certain lien de parenté des Bactéries avec les Infusoires flagellés.

L'endospore des Bactéries, transportée dans des conditions convenables, donne naissance à une jeune Bactérie qui apparaît d'abord sous forme d'un petit corps ovale. L'acte de la germination est précédé d'un gonflement de la spore, dont l'enveloppe éclate pour laisser sortir la cellule bactérienne. Les botanistes ont attribué une grande importance morphologique aux phénomènes de cette éclosion. Ils ont distingué les cas où l'enveloppe de la spore éclate à l'un des pôles (fig. 13), d'autres où elle éclate au milieu de la spore (fig. 14). L'examen de ce phénomène nous montre cependant que les deux modes se rencontrent dans une seule et même espèce, ce qui prouve que l'importance en a été beaucoup exagérée.

La cellule, d'abord ovale, s'allonge bientôt et la Bactérie nouveau-née ne tarde pas à se diviser de



Fig. 13. — Germination polaire de la Bactérie.



Fig. 14. — Écllosion transversale chez le *Bacillus subtilis*.

la façon habituelle et à donner la forme développée.

Nous voyons donc, en résumant les connaissances acquises sur la Morphologie des Bactéries,

que ce groupe (qui est loin d'être encore suffisamment étudié), se rattache surtout aux Algues inférieures, telles que les Cyanophycées, présentant des formes analogues et un ressemblance dans le mode de production d'états gélatineux et de la reproduction par division. En même temps les Bactéries par leurs formes ramifiées se rattachent aux Champignons inférieurs, et par la production d'endospores touchent aux Infusoires flagellés.

Cependant comme le plus grand nombre des caractères rapproche les Bactéries des Algues, on doit les considérer comme un ordre particulier de cette classe de plantes thallophytes.

E. Metchnikoff,

Chef de service à l'Institut Pasteur.

LES DÉCHARGES ÉLECTRIQUES DANS LES GAZ RARÉFIÉS ET LA CONSTITUTION DE LA MATIÈRE

(Suite et Fin).

Dans un précédent article ¹ nous avons essayé de déterminer la répartition des molécules électrisées dans les gaz raréfiés. Continuant ces recherches, nous allons appliquer le même mode d'investigation à l'étude des propriétés de la matière radiante, de la phosphorescence dans les vides extrêmes et de la genèse des éléments.

I.—MATIÈRE RADIANTE ET MATIÈRE ÉLECTRODE-RADIANTE

Une des propriétés les plus caractéristiques de la matière radiante, propriété qui lui a donné son nom, est qu'elle se meut approximativement en ligne droite et dans des directions à peu près normales à la surface de l'électrode. Si nous faisons passer, d'une manière continue, le courant d'induction à travers le tube à vide, nous pouvons imaginer deux façons différentes dont se produira son action. Ou bien le nombre des molécules gazeuses qui se trouvent près du pôle négatif, diminuera graduellement, et alors le phénomène cessera au bout d'un certain temps; ou bien les molécules reviendront en arrière par un moyen quelconque. Je vais employer un tube qui met en évidence ce retour des molécules. Voici un tube (fig. 1) où la pression est de 0^{mm}001. Au milieu est un mince diaphragme de verre C, percé de deux trous D et E. D'un côté du tube, est un pôle en forme de miroir concave ayant son foyer sur le premier trou D; derrière le trou D et en avant du

trou E, se trouvent deux petits moulinets très mobiles, que le moindre courant de gaz à travers les trous peut mettre en mouvement.

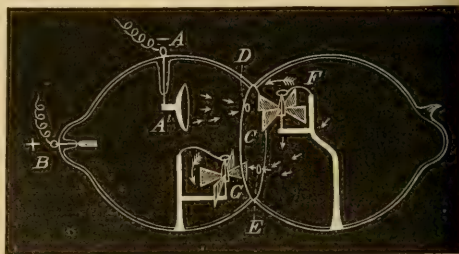


Fig. 1.

Lorsqu'on fait passer le courant en prenant le pôle concave comme pôle négatif, les deux moulinets entrent en rotation et montrent ainsi qu'un courant de molécules passe à travers le trou inférieur du diaphragme, en même temps qu'un courant de molécules fraîchement électrisées est lancé par le pôle négatif à travers le trou supérieur.

L'expérience parle d'elle-même et montre, aussi nettement qu'une expérience peut le faire, la vérité de la théorie. Cet aperçu de l'état ultra-gazeux de la matière est une simple hypothèse qui, dans l'état actuel de nos connaissances, peut être regardée comme une aide nécessaire à garder aussi longtemps qu'elle sera utile. Dans les recherches

¹ Voyez la *Revue* du 30 mars 1891 t. II, page 161.

expérimentales, les hypothèses premières doivent nécessairement être modifiées ou adaptées aux faits, ou même complètement abandonnées à mesure que les observations deviennent plus précises. Dumas a dit très justement que les hypothèses sont comme des béquilles, que nous jetons aussitôt que nous pouvons marcher sans leur soutien.

En résumant mes recherches sur la matière radiante et l'état des résidus gazeux fortement raréfiés soumis à un courant électrique, je dois répondre à certaines attaques contre les idées que j'ai émises. La plus importante de ces objections est contenue dans un volume de *Mémoires de physique* choisis et traduits de différentes sources sous la direction de la *Société de Physique* (Vol. I, 2^e partie). Ce volume contient deux mémoires; l'un de Hittorf, sur la « conductibilité électrique des gaz »; l'autre de Puluj sur « la matière électrode radiante, et le soi-disant quatrième état ». Le mémoire du docteur Puluj me regarde plus particulièrement, et l'auteur y attaque énergiquement mes conclusions. L'espace dont je puis disposer ici ne me permet pas de discuter les différents points critiqués. Je tiens seulement à faire observer, en passant, que le docteur Puluj n'a nullement le droit de relier ma théorie du quatrième état de la matière à la théorie tout à fait transcendante de l'espace à quatre dimensions.

J'ai déjà répondu à propos de la supposition inexacte que l'on m'attribuait, d'assimiler la longueur de l'espace obscur qui se produit sous l'influence de l'étincelle d'induction, dans un gaz fortement raréfié, avec le libre parcours moyen des molécules du gaz, à son état naturel et à la même pression. Je pourrais citer de nombreux passages de mes écrits pour montrer que j'admets que le libre parcours moyen est modifié, et augmenté par l'électrisation ¹.

¹ La longueur de l'espace obscur qui entoure le pôle négatif mesure la longueur moyenne de l'espace que parcourent les molécules entre deux chocs successifs. Les molécules électrisées sont projetées par le pôle négatif avec une vitesse connue, qui varie avec la pression et l'intensité du courant d'induction. (*Philosophical Transactions*, 1879, page 530.)

La vitesse excessive des molécules qui rebondissent du pôle négatif leur permet de rejeter en arrière les molécules qui se meuvent plus lentement en s'avancant sur ce pôle. Le conflit se produit à la limite de l'espace obscur, où l'auréole lumineuse met en évidence l'énergie de la décharge. (*Philosophical Transactions*, 1879, page 507.)

Ici donc nous voyons l'étincelle d'induction illuminer les lignes de pression moléculaires produites quand on excite le pôle négatif. (Lecture faite à l'Institution Royale le 4 avril 1879.)

L'excitation électrique du pôle négatif fournit la « force majeure » qui change, entièrement ou partiellement en une action rectiligne une vibration irrégulière dans toutes les directions. (*Proceedings of Royal Society*, 1880, page 472.)

Il est aussi probable que la vitesse absolue des molécules est augmentée de façon à rendre la vitesse moyenne avec

Je suis appuyé, dans cette vue, par le Professeur Schuster, qui admet que le libre parcours moyen d'une molécule électrisée peut différer de celui d'une molécule à son état normal ¹.

La grande divergence entre Puluj et moi tient à ce qu'il suppose que : la matière qui remplit l'espace obscur est formée de particules détachées mécaniquement des électrodes, chargées d'électricité statique négative, et se déplaçant progressivement en ligne droite.

À ces particules détachées mécaniquement des électrodes, « de dimensions différentes, souvent assez considérables », Puluj attribue tous ces phénomènes de chaleur, de force, de phosphorescence que, à plusieurs reprises, j'ai décrits dans mes publications.

Puluj s'oppose énergiquement à l'adoption de la dénomination de « matière radiante » et propose à sa place le terme mal choisi de « matière électrode radiante. » Je dis « mal choisi » parce que sa définition comme la mienne admet l'existence de la matière radiante, mais y accroche l'hypothèse que la matière radiante est la matière désagrégée des pôles. Puluj déclare que les phénomènes que j'ai décrits comme se produisant dans les gaz très raréfiés, sont produits par les fragments irrégulièrement taillés de « matière électrode radiante » ; ma conviction est qu'ils sont dus à la « matière radiante » c'est-à-dire aux molécules résiduelles du gaz.

Si le sujet ne comportait pas de preuve expérimentale, je ne le soumettrais pas à mes lecteurs. Ce n'est pas ici l'occasion de discuter une controverse ; aussi me contenterai-je de décrire quelques nouvelles expériences qui démontrent la vérité de mon hypothèse.

Permettez-moi d'abord d'en finir avec l'hypothèse de « l'Électrode Radiante ». Il est bien connu que quelques métaux, tels que l'argent, l'or, le platine se volatilisent, plus ou moins rapidement, dans un tube vide, quand on les emploie comme électrodes négatives, et couvrent d'un léger enduit les objets qui les entourent. C'est de ce fait que l'on a déduit la méthode bien connue pour préparer électriquement de petits miroirs. L'aluminium, cependant, semble exempt de cette volatilité. Pour

laquelle elles quittent le pôle négatif plus grande que la vitesse ordinaire des molécules gazeuses. (*Philosophical Transactions*, 1881, page 719.)

¹ On a émis l'idée que l'étendue de l'espace obscur représente le libre parcours moyen des molécules. Il a été noté, d'autre part, que l'étendue de l'espace obscur est, en réalité, beaucoup plus grande que le libre parcours moyen calculé de la manière ordinaire. Mes mesures montrent qu'il est environ vingt fois plus grand. Cette remarque, cependant, ne constitue pas, en elle-même, une objection concluante : car, ainsi que nous l'avons vu, le libre parcours moyen d'un ion peut différer de celui d'une molécule en mouvement parmi d'autres molécules. (SCHUSTER. *Proceedings of the Royal Society*; XLVII, pp. 566-7.)

cette raison, et d'autres encore, on l'emploie généralement à la fabrication des électrodes.

Si donc les phénomènes observés dans les gaz très raréfiés sont dus à la matière des électrodes, le métal le plus volatil doit donner les effets les plus intenses.

Voici un tube (fig. 2 $P = 0^{\text{mm}}00068$) contenant

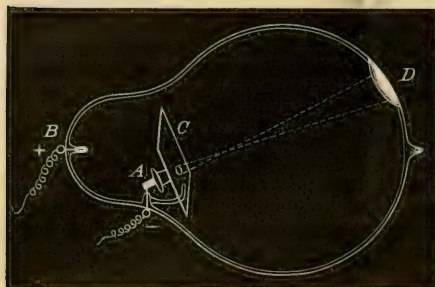


Fig. 2.

deux électrodes négatives AA' , disposées de façon à projeter deux taches lumineuses sur le verre phosphorescent qui forme le tube. L'une des électrodes, A' , est en argent pur, métal volatil, l'autre, A , est en aluminium, qui est, pratiquement, non volatil. On doit projeter du pôle d'argent une certaine quantité de « matière électrode », tandis qu'il n'en sortira pratiquement pas du pôle d'aluminium; cependant, on constate que les deux lueurs phosphorescentes, C , C' , sont identiques. Si la « Matière Electrode Radiante » eût été l'agent actif, la phosphorescence la plus intense aurait dû émaner du pôle le plus volatil.

La figure 3 représente une autre disposition

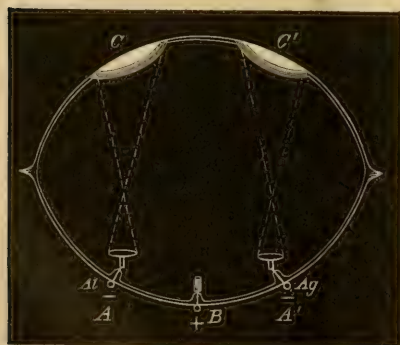


Fig. 3.

expérimentale; un tube de verre allemand en forme de poire contient, près de sa plus petite ex-

trémité, un pôle négatif A en argent pur, disposé de façon que son image renversée se projette sur l'extrémité opposée du tube. En face de ce pôle, se trouve un écran de mica, C , au centre duquel est percé un petit trou, de façon qu'un étroit pinceau de rayons partant du pôle d'argent, puisse seul passer et former à l'autre bout du tube une tache brillante D . Le vide est à peu près le même que dans le tube précédent, et le courant a été maintenu dans le tube pendant assez longtemps pour enlever une certaine quantité d'argent de l'électrode; on trouve en effet que l'argent s'est déposé dans le voisinage immédiat du pôle; tandis que la portion C , du tube, qui est restée continuellement phosphorescente, est pratiquement dépourvue de métal.

L'expérience est longue à répéter, et je me contenterai d'en montrer les résultats.

L'identité d'action de l'argent et de l'aluminium dans le premier cas, et la non-projection de l'argent dans ce deuxième exemple, sont des faits suffisants pour condamner l'hypothèse du docteur Puluj, puisqu'ils prouvent que la phosphorescence est indépendante de la matière de l'électrode négative. Nous allons employer une série de tubes (figures 4 à 10) qui, à mon avis, résolvent, la question de façon à ne plus laisser aucun doute. Ces tubes ne contiennent pas d'électrodes intérieures, au milieu des molécules gazeuses résiduelles; ils vont me servir à répéter les principales expériences sur la matière radiante, sans pôle métallique intérieur.

Dans tous ces tubes les électrodes, qui sont en argent, sont à l'extérieur, le courant agissant à travers le verre. Le premier tube contient le gaz assez peu raréfié, à l'état qui donne les stratifications. C'est un simple cylindre de verre, sur les extrémités duquel on a déposé une couche d'argent, et où l'on a abaissé la pression jusqu'à $0^{\text{mm}}002$. L'apparence du tube est représentée dans la figure 4. Je fais passer le courant, et l'on voit que les stratifications, quoique faibles, sont parfaitement formées.

Le tube suivant (fig. 5), montre l'espace obscur. C'est comme l'autre un cylindre de verre, avec une portion centrale rentrée, formant une sorte de gousset, et divisant le tube en deux compartiments. Cette poche, argentée sur la partie extérieure, forme un diaphragme de verre creux, qui peut être électrisé et former un pôle négatif. Les deux extrémités du tube, également argentées à l'extérieur, forment les pôles positifs, B, B' . Je fais passer le courant, et l'espace obscur devient distinctement visible. La pression est ici de $0^{\text{mm}}076$.

L'état suivant, correspondant à une matière plus

raréfiée, est celui de la phosphorescence. Voici (fig. 6) un ballon ovoïde, contenant de l'yttria pure et quelques rubis bruts. L'électrode positive B est sous la portion du tube qui renferme les matières phosphorescentes. L'électrode négative A est à la partie supérieure du tube. Cette expérience montre le développement de phosphorescence des rubis et de l'yttria, sous le bombardement moléculaire que l'on obtient avec une pression intérieure de $0^{\text{mm}}00068$.

L'ombre d'un objet contenu dans un ballon, peut aussi être projetée sur la paroi opposée au moyen de pôles extérieurs. Une croix de mica est soutenue au milieu du ballon (fig. 7), et si l'on réunit le pôle négatif à une petite tache d'argent A sur une paroi du ballon, en prenant comme pôle positif une autre plaque B, la paroi du ballon s'il-

Passant aux phénomènes suivants, nous allons montrer la production de phénomènes mécaniques dans un tube ne contenant pas de pôle intérieur. Il est représenté dans la figure 8 ($P = 0^{\text{mm}}001$). Il contient une petite roue en aluminium, portant des ailes de mica transparent, les pôles A et B

étant dans une position telle que le foyer moléculaire tombe sur les ailes, et d'un côté seulement. Le ballon est placé dans la lanterne et son image projetée sur l'écran; on voit le moulinet tourner rapidement, changeant de sens quand on renverse le courant.

Voici un appareil (fig. 9)

qui montre que les molécules gazeuses résiduelles, concentrées en un foyer, y produisent de la cha-



Fig. 4.



Fig. 5.

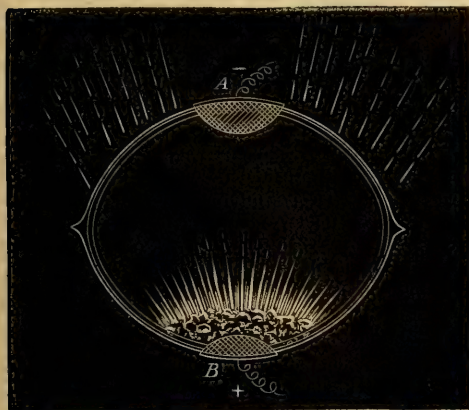


Fig. 6.

lumine d'une lueur phosphorescente, sur laquelle se découpe nettement l'ombre de la croix de mica. La pression intérieure est ici de $0^{\text{mm}}00068$.

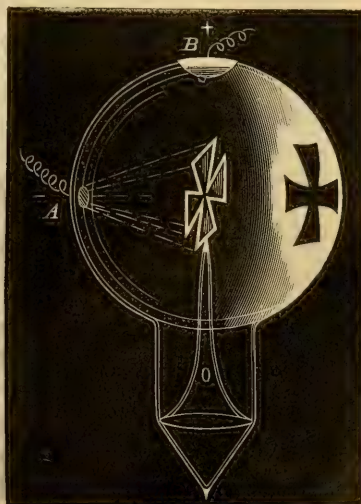


Fig. 7.

leur. Il consiste en un tube de verre, avec un ballon soufflé à une extrémité, et contenant un petit

paquet de charbon de laine C, fixé en son centre. Le vide a été poussé à $0^{\text{mm}} 000076$. L'électrode

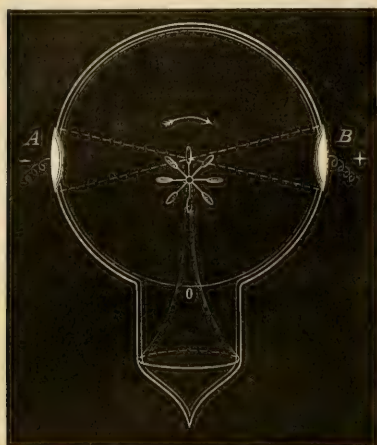


Fig. 8.

négative a été formée en revêtant d'argent la partie extérieure du ballon, et se trouve dans une position telle que son foyer se forme sur le mor-

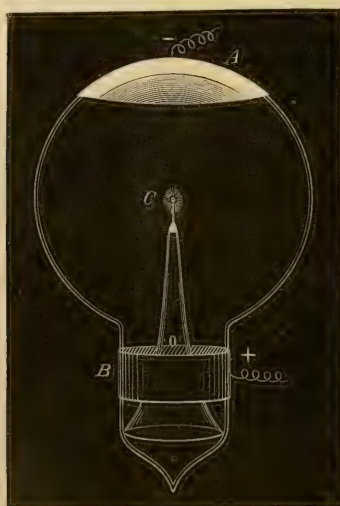


Fig. 9.

ceau de charbon. L'électrode positive est un autre dépôt d'argent, à l'extrémité du tube. Je fais passer le courant, et en regardant d'assez près on peut voir les étincelles brillantes du charbon, porté à l'incandescence par le courant moléculaire.

Les anciens effets de la « matière radiante » peuvent donc être obtenus dans des tubes ne contenant pas d'électrode métallique susceptible de se volatiliser. On pourrait dire que les parois des tubes, en contact avec les électrodes, deviennent elles-mêmes, dans ce cas, des électrodes, et que des particules du verre lui-même peuvent en être arrachées, et projetées de façon à produire les effets observés. C'est là un argument sérieux, qui peut heureusement être soumis à l'expérience. Dans le tube que voici (fig. 10. $P = 0^{\text{mm}} 00068$), le ballon est fait avec du cristal donnant sous le bombardement moléculaire une phosphorescence bleue. A l'intérieur du tube, de

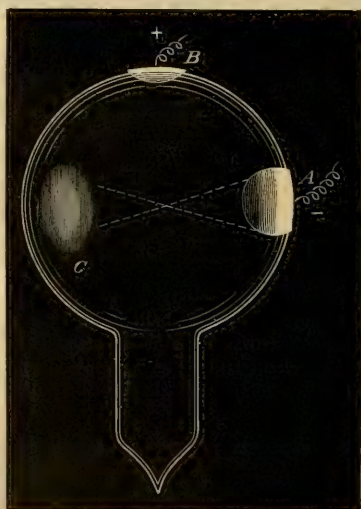


Fig. 10.

façon à couvrir complètement la partie qui forme le pôle négatif A, j'ai déposé une couche compacte d'yttria, de façon à interposer une certaine épaisseur de cette terre entre le verre et l'intérieur du tube. Les pôles négatif A, et positif, B, sont deux disques d'argent placés à l'extérieur du tube. Si des particules sont arrachées et projetées sur le tube pour produire la phosphorescence, ces particules ne seront pas du verre, mais de l'yttria, et la tache de lumière phosphorescente, C, présentera, non pas la couleur bleue qu'on donne le cristal, mais la teinte jaune d'or de l'yttria. On remarque qu'il n'y en a pas trace; le verre présente sa phosphorescence bleue habituelle, et il n'y a pas d'indication que la moindre particule d'yttria soit projetée.

En présence de ces expériences, on comprendra,

je pense, que je continue d'admettre ma théorie originale, d'après laquelle ces phénomènes sont dus à la matière radiante des molécules gazeuses résiduelles, et certainement pas aux particules arrachées à l'électrode négative.

II. — PHOSPHORESCENCE DANS LES VIDES EXTRÊMES

J'ai déjà fait remarquer que les mouvements moléculaires qui sont rendus visibles dans un tube vide; ne sont pas les mouvements des molécules dans les conditions ordinaires, mais sont composés à la fois de ces mouvements ordinaires ou cinétiques et du mouvement dû à l'impulsion électrique.

L'expérience montre que dans de tels tubes, quelques molécules peuvent parcourir plus de mille fois le libre parcours moyen, avec des vitesses augmentant d'une façon correspondante, jusqu'à ce qu'elles soient arrêtées par des chocs. En fait, le libre parcours peut varier dans un même tube, et même pour un degré donné de raréfaction.

Beaucoup de corps, tels que le rubis, le diamant, l'émeraude, l'alumine, l'yttria, beaucoup de sulfures et d'oxydes terreux deviennent phosphorescents dans le vide, quand ils sont placés dans le courant des molécules électrisées, qui partent du pôle négatif. La composition du résidu gazeux n'affecte pas la phosphorescence. Ainsi, l'yttria devient également phosphorescente dans le résidu obtenu par la raréfaction de l'air atmosphérique, de l'oxygène, de l'azote, de l'anhydride carbonique, de l'hydrogène, de l'iode, du soufre et du mercure.

Quand on place l'yttria dans un tube vide, le point où la phosphorescence est maximum se trouve à la limite de l'espace obscur. Le diagramme de la figure 11 représente approximative-

ment la variation de la phosphorescence dans les différentes parties du tube, à une pression intérieure de $0^{\text{mm}},25$. Sur la figure, on voit les pôles négatif et positif, A et B, le premier étant entouré par l'espace obscur que limite la ligne pointillée C. La courbe DEF montre les intensités relatives de la phosphorescence à différentes distances du pôle négatif, et sa position, à l'intérieur de l'espace obscur, dans laquelle la phosphorescence ne se produit pas. Les ordonnées de la

courbe représentent le degré de phosphorescence; les effets les plus décisifs sont obtenus en employant des tubes assez larges pour que les parois soient extérieures à l'espace obscur, tandis que la matière soumise à l'expérience se trouve précisément à la limite de cet espace obscur.

Curiosité, j'ai parlé seulement de la phosphorescence de substances placées au-dessous du pôle négatif. Mais de nombreuses expériences m'ont montré que la phosphorescence peut se produire au contact même du pôle négatif.

Ceci est seulement un phénomène temporaire, et cesse aussitôt que la raréfaction est poussée à un degré très élevé. L'expérience est assez difficile à réaliser; je me bornerai à la décrire sommairement.

Un tube en U, représenté dans la figure 12, possède un pôle d'aluminium, aplati en forme de disque à chaque extrémité; ces deux pôles sont recouverts d'une couche d'yttria. Lorsque la pression intérieure approche de $0^{\text{mm}},5$, la surface du pôle négatif A devient faiblement phosphorescente. Lorsque l'on continue à faire le vide, cette lueur diminue de plus en plus, non seulement en intensité, mais aussi en étendue, se contractant à

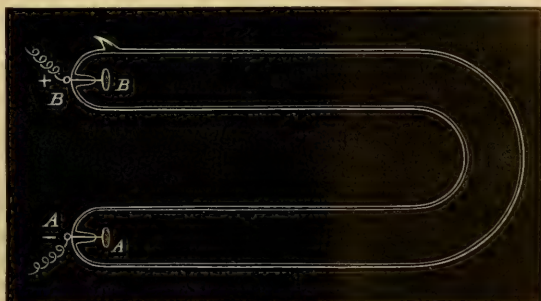


Fig. 11.

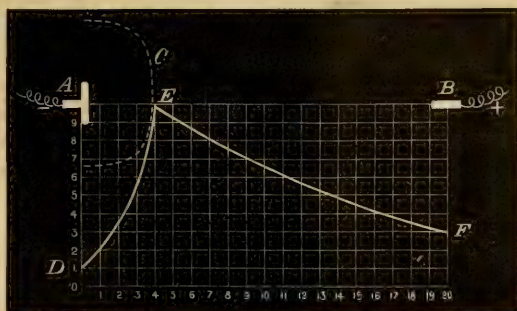


Fig. 12.

partir du bord du disque, jusqu'à ce qu'elle se réduise à un point brillant situé au centre. Ce fait vient contredire une théorie récente, d'après laquelle, à mesure que la raréfaction augmente, la décharge abandonne le centre du pôle, et ne se fait plus qu'entre les bords et les parois du tube.

Si on pousse plus loin la raréfaction, au moment où la surface du pôle négatif cesse d'être lumineuse, le pôle positif commence à devenir phosphorescent; l'intensité de cette lumière augmente ensuite continuellement jusqu'à ce que le courant ne puisse plus passer dans le tube, le plus grand éclat se produisant précisément à ce degré de raréfaction. L'explication la plus probable de ce phénomène est que les molécules errantes, que j'ai considérées dans l'expérience précédente, venant à pénétrer dans la sphère d'activité du pôle positif, se précipitent violemment sur lui, et produisent la phosphorescence de l'yttria, en même temps qu'elles perdent leur charge négative.

Je ne puis insister sur les nombreuses expériences qui rendent très clair ce résultat, et je vais employer, tout de suite, un appareil qui met nettement en évidence la cause de la phosphorescence au pôle positif. Un dessin de ce tube est représenté figure 13; laissez-moi expliquer l'effet que j'en veux obtenir et que donne aussi l'expérience.

ACB est un tube en U portant à ses extrémités des pôles AB; D et E sont deux écrans de mica recouverts d'une poudre phosphorescente; en F et G sont deux autres écrans, percés de petites ouvertures, de façon à ne laisser passer qu'un étroit pinceau de molécules électrisées. La pression intérieure est réduite, tout d'abord, à $0^{\text{mm}},076$ et vous voyez sur l'écran D une trace lumineuse peu divergente, tandis qu'aucune phosphorescence n'apparaît sur l'écran E. Je pousse maintenant le vide jusqu'à le rendre non conducteur ($P = 0^{\text{mm}},000076$) et le phénomène change.

La ligne lumineuse que nous obtenions tout à l'heure sur D devient plus large et s'affaiblit, tandis qu'àuprès de l'ouverture A, une phosphorescence très nette se manifeste sur l'écran E. Cette lueur diverge d'une façon considérable, beaucoup

plus que ne le faisait le courant de molécules électrisées observé dans la première portion du tube, lorsque la raréfaction était moindre.

On pouvait s'attendre à obtenir ce résultat, car les quelques molécules qui sont parvenues à l'extrémité du tube, ne sont pas maintenues littéralement et se déplacent d'une façon différente de celle que l'on observe à de moindres raréfactions.

III. — LA RÉSISTANCE DES VIDES EXTRÊMES.

Je ne veux qu'effleurer ce phénomène aujourd'hui. C'est un sujet de beaucoup d'intérêt, et auquel j'ai récemment consacré beaucoup de temps. J'espère publier prochainement un compte rendu détaillé des résultats obtenus.

Le passage d'un courant d'induction à travers un tube fortement raréfié dépend de la matière qui constitue le tube et de la substance qui y est enfermée. Pour une même raréfaction et une même distance entre les pôles, la force électro-motrice nécessaire pour

faire passer le courant, peut varier de 3,000 à 20,000 volts suivant les matériaux dont on s'est servi. Voici un exemple frappant qui servira à montrer ce phénomène. La figure 14 représente deux tubes

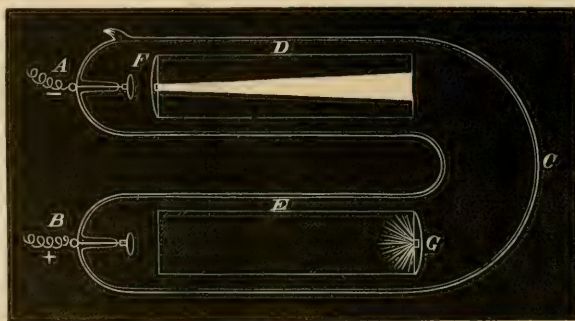


Fig. 13.

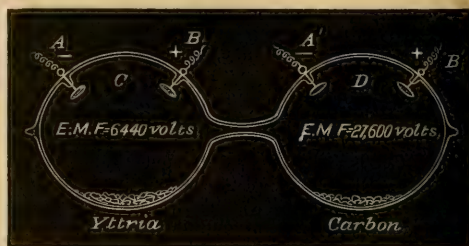


Fig. 14.

réunis par un canal étroit et, par suite, exactement au même degré de raréfaction ($P = 0^{\text{mm}},02$). Chaque tube contient une paire de pôles AB, A'B'. L'un des tubes contient de l'yttria phosphorescente, l'autre du carbone finement divisé. Je réunis d'abord le tube à yttria à la bobine d'induction, en interpo-

sant une jauge à étincelles. On donne tout d'abord, à cette jauge, un écartement de 1^{mm}. La force électro-motrice nécessaire pour vaincre la résistance de 1^{mm} d'air est de 920 volts. La différence de potentiel aux pôles du tube à yttria est donc de 920 volts. On voit qu'elle n'est pas suffisante pour faire passer le courant à travers le tube. J'augmente graduellement l'écartement de la jauge, jusqu'à ce que la différence de potentiel des pôles soit assez considérable pour faire passer l'étincelle à travers le tube, et rendre ainsi l'yttria phosphorescente.

Je trouve ainsi une distance de 7^{mm}, correspondant à une force électro-motrice de 6.440 volts. J'attache maintenant les fils venant de la bobine sur le tube D qui contient le carbone, et laissant à la pression la même valeur que précédemment, je répète l'expérience. On remarque maintenant que l'on a dû aller jusqu'à un écartement de 30^{mm}, correspondant à une force électro-motrice de 27.600 volts. Le fait de mettre dans le tube soit de l'yttria, soit du carbone, produit une différence de 21.160 volts sur la force électro-motrice nécessaire pour faire passer la décharge entre les pôles.

Une autre expérience donne encore une démonstration plus nette de ce phénomène. L'idée que la variation des matériaux et par suite de la conductibilité des différents tubes que je vous ai montrés, peut modifier les résultats observés, se présente d'elle-même. Voici (fig. 13) un long tube cylindrique, en verre de Bohême phosphorescent, contenant deux pôles A et B. Il contient aussi un court cylindre de verre CC, argenté intérieurement. La pression intérieure est de 0^{mm},00068. Le cylindre argenté est maintenant à l'extrémité du tube, en dehors de l'espace qui sépare les pôles; ceux-ci sont donc entourés de verre phosphorescent. Je mets la bobine en marche, et je constate que la force électro-motrice nécessaire à faire passer le courant, maintenant que les pôles sont dans une chambre phosphorescente, est de 1380 volts: Je fais glisser le cylindre à l'autre bout du tube, de façon qu'il enferme ces pôles dans une chambre d'argent métallique, et l'on voit que la force électro-motrice nécessaire pour faire passer le courant s'élève à 6.440 volts. L'argent métallique ne devient pas phosphorescent, tandis que le verre de Bohême le devient très nettement. Il semble que plus grand est le pouvoir phosphorescent de la substance qui

entoure les pôles et plus facilement peut passer l'étincelle. Si l'on entoure les pôles avec du verre de Bohême ou de l'yttria, deux corps phosphorescents non-conducteurs, l'étincelle passe facilement. Aussitôt que j'entoure ces pôles avec une substance non phosphorescente, l'étincelle refuse de passer.

IV. — QUELLE EST LA CAUSE DE LA PHOSPHORESCENCE?

Je voudrais intéresser mes lecteurs à une question qui me préoccupe depuis fort longtemps; c'est de savoir ce qui cause la phosphorescence de l'yttria et des autres corps dans le vide, sous le bombardement moléculaire.

J'ai trouvé que cette phosphorescence était un attribut des corps non-conducteurs seulement. Nous savons que, lors de la phosphorescence, les molécules de l'yttria sont dans un état de vibration

intense. Chaque molécule peut être considérée comme le centre d'où rayonne tout un faisceau de rayons qui, lorsqu'on le décompose

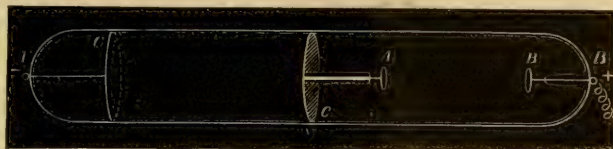


Fig. 13.

par le prisme, s'étale en un spectre discontinu. Nous pouvons supposer aussi que les atomes résiduels de gaz chargés d'électricité négative, abandonnent leur électricité en venant choquer un corps phosphorescent, et retournent ensuite prendre une nouvelle charge.

L'hypothèse du passage de l'électricité, à travers les gaz raréfiés, par voie électrolytique, présente un certain caractère d'évidence. Elle a été émise par le professeur Schuster devant la Société royale, le 20 mai 1890¹.

Une molécule de gaz hydrogène, par exemple, peut être considérée comme formée d'un groupe d'atomes, chargé d'une certaine quantité d'électricité négative, et d'un autre groupe d'atomes, chargé d'une quantité équivalente d'électricité positive.

Ces atomes peuvent, en outre, être chargés de quantités *additionnelles* d'électricité positive ou négative, qu'ils transportent comme un navire transporte son chargement. Nous n'avons pas à nous occuper de la charge inhérente aux atomes, sur laquelle nous ne savons rien, mais de la charge supplémentaire.

Imaginons une molécule d'hydrogène, placée dans un tube à vide, auprès du pôle négatif. Si l'on fait passer le courant, les atomes de la molécule

¹ *Proceedings of Royal Society*, XLVII, 526.

d'hydrogène sont entraînés séparément. L'atome positif est attiré vers le pôle négatif, où la violence de son arrivée, où la décharge de l'électricité le rend apparent avec production de lumière.

L'espace lumineux intérieur, qui est directement au contact du pôle négatif, est donc produit par les atomes positifs se précipitant sur le pôle négatif, et non pas, comme la lueur qui entoure l'espace obscur, par les atomes négatifs émanant de ce pôle. L'atome négatif, d'autre part, est projeté violemment loin du pôle négatif, en vertu de la répulsion qui se produit entre deux corps, semblablement électrisés, avec une vitesse qui dépend de l'intensité de l'électrisation et du degré de raréfaction. Plus le vide sera parfait, plus sera grande la vitesse, les atomes s'élançant en ligne droite, jusqu'à ce qu'ils rencontrent un obstacle. Cet obstacle peut être une série d'atomes chargés positivement venant du pôle positif.

Dans ce cas, les deux sortes

d'atomes neutralisent mutuellement leurs charges avec production de lumière. Ce phénomène se produit à la limite de l'espace obscur, quand le vide est seulement modéré. L'obstacle peut provenir de ce que le vide est poussé trop loin pour que les atomes de gaz restants puissent former une procession continue. On ne conçoit pas exactement pourquoi les vides extrêmes ne sont pas conducteurs ; mais le fait en lui-même est hors de doute. Il est probablement relié à l'impossibilité qu'éprouvent les atomes électrisés de quitter les pôles. Enfin, l'obstacle peut être un corps phosphorescent comme l'yttria. Dans ce cas les atomes chargés négativement abandonnent leur charge à l'yttria, qui est constituée de telle sorte (peut-être à la manière d'un résonnateur de Hertz) que la charge et la décharge des atomes, s'effectuant 550 billions de fois par seconde, et produisant dans l'éther des ondulations d'une longueur sensiblement égale à 574 dix millionnièmes de millimètres, donne à l'œil l'impression de la lumière jaune citron.

Nous ne sommes pas obligés de supposer que ce nombre d'atomes d'hydrogène vient frapper l'yttria dans chaque seconde, quoique même aux vides extrêmes, il y ait bien assez d'atomes dans le ballon pour fournir cette quantité. Il faut seulement qu'une succession de chocs, qui ne sont pas nécessairement rythmiques, vienne frapper

l'yttria assez rapidement pour la faire entrer en vibrations, de même qu'une série de coups frappés lentement sur un gong, lui fait émettre des ondes sonores d'une fréquence beaucoup plus grande.

A une faible raréfaction, il n'y a que peu d'atomes qui puissent se frayer un passage à travers la foule des atomes, les quelques-uns qui arrivent jusqu'à l'yttria ont alors une vitesse très réduite, et la phosphorescence qu'ils produisent est tellement faible, qu'elle est complètement éclipsée par la phosphorescence brillante du résidu gazeux. Quand le vide est poussé davantage, le nombre des atomes qui peuvent passer outre devient de plus en plus grand, et leur vitesse augmentant en même temps, la phosphorescence augmente graduellement d'intensité.

Quand le vide est suffisant, la plupart des atomes vient frapper l'yttria, leur vitesse est considérable, et l'excitation rythmique atteint son maximum.

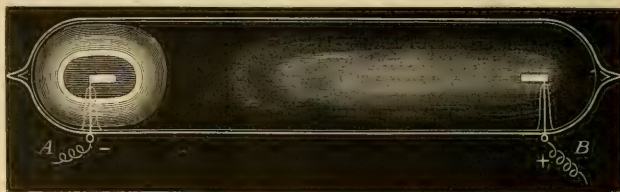


Fig. 16.

V. — L'ESPACE OBSCUR DANS LA VAPEUR DE MERCURE

Pour exposer l'hypothèse de l'électrolyse, j'ai pris comme exemple le résidu gazeux de l'hydrogène, qui est, comme on sait, un gaz diatomique. J'ai observé, cependant, le phénomène de l'espace obscur, etc., dans la vapeur de mercure qui est un gaz monoatomique. Cet important résultat m'a conduit à étudier soigneusement ce sujet, et voici le résultat d'une des expériences effectuées (fig. 16). Le tube contient des pôles d'aluminium, et il est disposé de façon qu'on puisse faire passer l'étincelle d'induction, en même temps que l'on fait le vide, pour éliminer les gaz inclus. Quand la raréfaction a été poussée aussi loin qu'il est possible, on remplit le tube de mercure pur, par simple élévation du réservoir. On chauffe le tube et l'on fait bouillir le mercure tout en faisant le vide. Quand tout le mercure a distillé dans le vide, sauf une petite quantité qui s'est condensée à la partie supérieure du tube, le passage de l'étincelle d'induction donne les résultats suivants : si le tube est froid, le courant d'induction ne passe pas ; si l'on chauffe doucement avec un brûleur à gaz, le courant passe, et l'on peut apercevoir distinctement l'espace obscur. Si l'on continue à chauffer, de façon à volatiliser les gouttes de mercure qui sont adhérentes aux parois, le tube se remplit

complètement d'une lueur phosphorescente verte, l'espace obscur devient de plus en plus petit, et finalement le pôle négatif se recouvre d'une brillante lumière. Pendant le refroidissement, les mêmes phénomènes se reproduisent en sens inverse. Le halo lumineux s'élargit laissant voir l'espace obscur entre le pôle et lui, et cet espace obscur devient graduellement plus grand à mesure que le tube devient plus froid. Le mercure se condense de nouveau sur les parois du tube, la phosphorescence verte paraît de plus en plus pâle, jusqu'à ce qu'enfin l'étincelle d'induction fournie par la bobine refuse de passer.

A première vue, ce résultat semble fatal pour la théorie de l'électrolyse, car si la molécule de mercure contient un seul atome, comment le courant électrique peut-il la séparer en atomes positifs et négatifs. Il ne faut pas oublier, cependant, que nous ignorons totalement la masse de l'atome d'un élément. Tout ce que nous pouvons dire, c'est que la molécule de l'hydrogène libre est partagée en deux lorsque ce gaz se combine chimiquement avec d'autres éléments, tandis qu'une molécule de mercure libre ne se divise pas en formant l'un quelconque des composés connus du mercure. Les atomes physiques du premier se présentent en deux groupes séparés, ceux du second en un seul groupe. Il a été convenu par les chimistes, pour simplifier et faciliter les calculs, de prendre l'unité la plus faible qui permet d'éviter les nombres fractionnaires. Nous disons donc que dans la molécule de l'hydrogène libre les atomes agissent chimiquement comme deux groupes séparés, le poids relatif minimum de chacun d'eux étant égal à 1, tandis que les atomes de la molécule de mercure libre agissent comme un groupe unique dont le poids relatif minimum est de 200. Mais à quel nombre d'atomes, les poids 1 et 200 correspondent-ils respectivement, c'est ce que le chimiste ne peut pas dire.

VI. — GÉNÈSE DES ÉLÉMENTS

Il est reconnu aujourd'hui qu'il existe plusieurs rangées dans la hiérarchie et qu'entre les groupes bien définis des éléments chimiques, viennent se placer un certain nombre de sous-groupes. A ces sous-groupes, on a donné le nom de *méta-éléments*. La genèse originelle des éléments suppose l'action de deux formes d'énergie, agissant dans le temps et dans l'espace, l'une variant uniformément, en raison de l'abaissement continu de la température, l'autre, ayant des cycles périodiques d'augmentation et de diminution, et intimement liée à l'énergie électrique (fig. 17). Le centre de cette force créatrice projeta dans son travail à travers l'espace des germes ou sous-atomes qui s'agglomérèrent finalement dans les groupes que nous connaissons comme éléments

chimiques. A cette période génésique, les particules nouvellement produites oscillant dans toutes les directions et avec toutes les vitesses, les plus rapides atteignant les trainardes, les plus lentes arrêtant les autres, il a dû se former des groupes dans certaines parties de l'espace. Les particules de chaque groupe, dont la forme d'énergie produisant le poids atomique n'était pas d'accord avec la valeur moyenne de la masse des particules de ce groupe, sont réparties à la recherche d'autres groupes avec lesquels elles seraient mieux en harmonie. A la longue s'est établi un équilibre stable, et nous avons notre série actuelle d'éléments chimiques à poids atomiques définis, définis comme poids moyen d'un nombre énorme de sous-atomes ou méta-éléments, tous très voisins de la moyenne. Le poids atomique du mercure, par exemple, est pris égal à 200, mais l'atome du mercure, tel que nous le connaissons, doit être regardé comme formé d'un nombre énorme de sous-atomes, le poids de chacun d'eux variant très peu, de part et d'autre, du nombre 200.

Nous nous sommes souvent demandé pourquoi, si les éléments ont été ainsi formés, nous n'avons jamais vu l'un d'eux transformé, ou être en voie de se transformer en un autre. C'est là une question aussi futile que de demander pourquoi, dans le monde organique, on n'a jamais vu un cheval métamorphosé en vache. Avant que le cuivre, par exemple, puisse être changé en or, il faudrait qu'il fût ramené à un état plus simple et plus primitif de la matière et alors, pour ainsi dire, lancé sur le chemin qui conduit à l'or.

Le schéma atomique (fig. 17) suppose un mouvement alternatif d'une forme de l'énergie, réglant l'état électrique de l'atome. On a trouvé que les éléments formés quand elle approche de la position centrale sont électro-positifs, et que ceux qui ont pris naissance pendant le mouvement d'éloignement sont électro-négatifs. En plus le degré de positivité ou de négativité dépend de la distance de l'élément à la ligne centrale; par suite, en supposant l'atome dans la position moyenne électriquement neutre, les sous-atomes qui sont d'un côté de la moyenne seront chargés d'électricité positive, ceux qui sont de l'autre côté, d'électricité négative, l'atome total étant neutre.

Ceci n'est pas une simple hypothèse et peut prendre le rang d'une théorie. La vérification expérimentale a été poussée aussi loin qu'on peut le faire, pour déchiffrer une telle énigme. Des recherches de laboratoire, longuement poursuivies, ont montré que dans la matière qui répond à l'état d'élément défini, on peut trouver des traces différentes qui conduisent à admettre la résolution en méta-éléments ayant exactement les propriétés

requises par la théorie. L'yttria, qui nous a été si utile dans les recherches électriques pour montrer les atomes électrisés négativement, ne présente pas moins d'intérêt au point de vue de la chimie, car c'est le premier corps au moyen duquel on a

aux prises avec des problèmes dont il faut achever la conquête avant d'arriver à des conclusions exactes, conclusions qui, autant qu'on peut connaître la nature inorganique, ne seront obtenues que par l'harmonieuse fusion de nos deux sciences

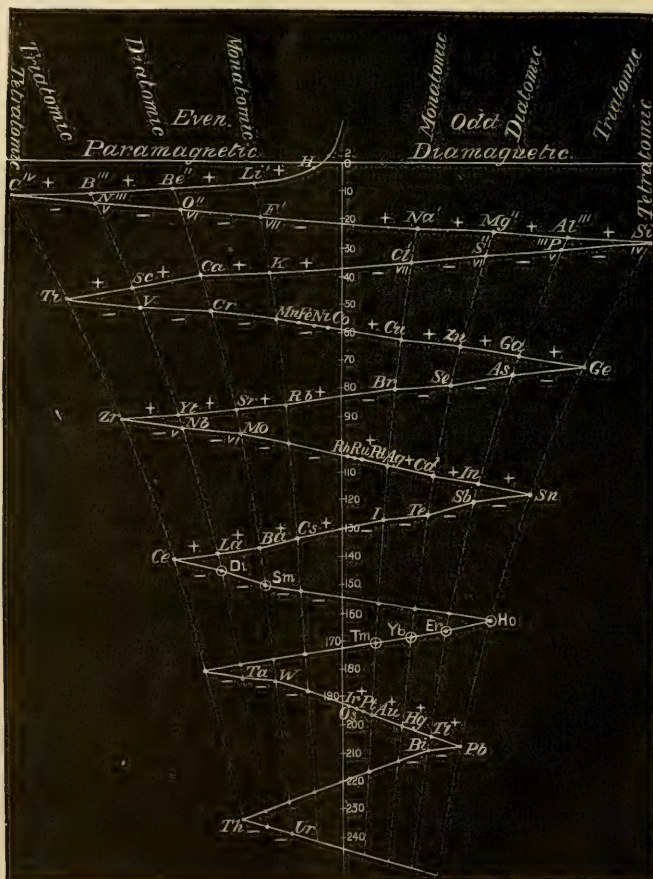


Fig. 17.

pu démontrer l'existence de ces sous-groupes ou méta-éléments.

J'admets franchement que je n'ai nullement épuisé le sujet qui me préoccupe jour et nuit. J'ai ardemment recherché des faits sur lesquels il me fût possible de baser ma théorie. Je me suis trouvé

jumelles, la chimie et l'électricité. J'ai essayé de pressentir dans quel sens cette fusion se fera, et d'indiquer la part considérable, peut-être prépondérante, que l'électricité doit prendre dans ces recherches de haute physique.

William Crookes,
de la Société royale de Londres.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

G. F. Matthews, B. A. *Late scholar of St. Peter's College, Cambridge: — Manual of logarithms, treated in correction with arithmetic, algebra, plane trigonometry, and mensuration, for the use of students preparing for army and other examinations. Un volume de 126 pages (6 fr. 25). Macmillan and Co London, Bedford Street, 29, Covent Garden and New-York, 1890.*

Ce manuel est un recueil de nombreuses questions relatives aux logarithmes et à leurs applications; il contient plus de treize cents problèmes, tirés, pour la plupart, des examens d'entrée à Sandhurst, Woolwich et au collège de Staff. Admirablement imprimé, d'une clarté parfaite, composé d'exemples bien choisis et élégamment disposés, il est de nature à rendre service aux élèves qui veulent se familiariser avec les calculs de logarithmes.

L. O.

Sinigaglia (Francesco). — *Influenza delle Masse che si muovono di moto alternativo nelle macchine a vapore. Atti e R. istituto d'incoraggiamento di Napoli, vol. III della 4^a série.*

Les constructeurs de machines sont entrés depuis quelques années dans une nouvelle voie en adoptant de plus en plus les machines à grandes vitesses; ils ont pour cela deux raisons: d'une part les grandes vitesses conviennent spécialement à certaines installations spéciales, d'autre part elles correspondent à une économie de vapeur. On conçoit que dans ces nouvelles machines, dont les types se répandent et se multiplient chaque jour, les efforts produits peuvent devenir considérables et qu'il y a un intérêt tout particulier à les déterminer, même d'une façon seulement approximative, leur calcul rigoureux étant inabordable.

M. Sinigaglia, après avoir considéré les diagrammes prévus ou probables sur les deux côtés du piston, les transforme de façon à obtenir la force effective sur une des faces de ce piston et dans le sens de marche; tenant compte alors du diagramme d'inertie construit d'après ses formules, il établit un nouveau diagramme qu'il appelle corrigé et par lequel il déduit aisément les courbes des efforts tangentiels.

Il termine son mémoire par divers exemples qui montrent l'importance pratique de cette étude.

J. POULET.

Marrecas Ferreira (M. L. F.). — *Sur la projection zénithale équivalente de Lambert. — Lisbonne, 1889.*

On sait que, par suite de l'impossibilité de donner sur un plan la représentation exacte des figures tracées sur la sphère, les géomètres ont été conduits à imaginer un grand nombre de systèmes différents de projections pour cartes géographiques. Ne pouvant conserver à la fois les angles, les distances et les surfaces, il faut faire un choix suivant le but qu'on se propose en construisant la carte. Parmi les projections qui conservent les surfaces sans altération, la projection zénithale de Lambert est celle qui altère le moins les angles et les distances. Pour représenter une portion de la sphère d'après ce système, on fait choix d'un point central O, sur l'horizon duquel la carte sera figurée en plaçant chacun des autres points M dans la même direction azimutale que sur la sphère s à une

distance du centre égale à la corde du grand cercle qui joint ce point M au centre O. Les auteurs, notamment M. Germain, dans son *Traité des projections des cartes géographiques*, ont donné des formules trigonométriques pour calculer la position des points de la carte, connaissant leurs longitudes et latitudes. On connaît aussi un procédé pour tracer graphiquement le canevas des méridiens et parallèles, au moyen d'une transformation de la projection stéréographique.

M. Marrecas Ferreira indique une méthode graphique directe pour tracer le canevas et placer les points. Cette méthode consiste à prendre pour plan vertical de projection le méridien du lieu central O et pour plan horizontal son horizon. On construit facilement la projection verticale d'un point M donné par sa latitude et sa longitude. L'auteur ne dit pas comment on en déduit la projection horizontale de OM et son azimut. Il suppose, sans doute, que la lecture suppléera à cette omission; mais il n'eût pas été bien long de donner cette construction. La corde OM se trouve sur la projection verticale; connaissant la corde et l'azimut, la construction s'achève facilement. Pour le cas où l'échelle de la carte ne permettrait pas de représenter la sphère entière sur le papier, et où l'on ne peut plus employer le rapporteur, on se sert des tables des sinus naturels.

En plus de son utilité pour la géographie, cette construction simple comporte une application géométrique intéressante. On arrive facilement à copier une figure tracée sur la sphère, en mesurant directement les azimuts des points du contour par rapport à une origine arbitraire et prenant leurs distances rectilignes à cette origine au moyen du compas. Ayant obtenu ainsi une figure plane équivalente à celle de la sphère, on peut en faire la quadrature par les procédés connus.

E. C.

2° Sciences physiques.

Nils Ekholm. — *Sur la chaleur latente de vaporisation de l'eau et sur la chaleur spécifique de l'eau liquide. Bihang till K. svenska vet. akad. handlingar. Band 15, Afd. 1, n° 6.*

Régnauld a donné pour la chaleur totale Q et la chaleur latente de vaporisation λ de la vapeur d'eau saturée des formules devenues classiques, mais qui présentent le double inconvénient de donner des valeurs pour la plupart supérieures aux résultats de ses expériences et d'être exprimées en vieilles calories.

Relativement au premier point, l'auteur discute la valeur respective des différents groupes d'expériences de Régnauld; il en déduit le poids qu'il faut attribuer à chaque observation et calcule pour Q une nouvelle formule au moyen de la méthode des moindres carrés. Cette formule, bien qu'elle contienne un terme de plus que celle de Régnauld, n'offre pas une supériorité marquée sur cette dernière: sans doute les écarts ne sont plus presque toujours préexés, mais se présentent aussi fréquemment dans les deux sens; cependant ils ne sont pas sensiblement plus faibles que ceux de la formule de Régnauld.

L'intérêt de ce travail réside surtout dans la seconde partie consacrée à l'évaluation de la vieille calorie en calories moyennes, et à la transformation des formules résultant de l'adoption de cette nouvelle unité.

Les recherches récentes de MM. Rowland et Dieterici ont montré que, avec l'échelle de températures fournie par le thermomètre à gaz, la chaleur spécifique de l'eau ne reste pas constante, même dans un intervalle

restreint; aussi la détermination précise de la *vieille calorie*, c'est-à-dire de la calorie définie au moyen de l'intervalle de 0° à 1°, présente-t-elle des difficultés très grandes. Dès lors il est préférable d'adopter comme unité la *calorie moyenne*, qui est le centième de la quantité de chaleur qu'il faut fournir à un gramme d'eau pour l'échauffer de 0° à 100°.

Or si l'on représente par C_0^t la chaleur spécifique moyenne de l'eau entre 0° et t° en calories de Régnault, la valeur de la calorie moyenne en calories de Régnault sera précisément C_0^{100} . Un calcul correct des expériences de Régnault conduit à la formule

$$C_0^t = 1 + 0,000,009,29 t + 0,000,000,265 t^2,$$

d'où l'on tire :

$$C_0^{100} = 1,00358.$$

L'identité de cette valeur avec celle de la *vieille calorie* calculée au moyen des expériences de M. Rowland confirme, en passant, que c'est rigoureusement de la *vieille calorie* que s'est servi Régnault.

En mettant à profit les expériences de Rowland sur la chaleur spécifique vraie de l'eau et les déterminations de M. Dieterici sur la chaleur latente de l'eau à 0°, les combinant avec celles de Régnault, et adoptant comme unité la calorie moyenne, l'auteur arrive aux formules suivantes,

$$\begin{aligned} Q &= 602,02 + 0,3348 t - 0,000,135 t^2, \\ Q &= 596,77 + 0,4230 t - 0,000,478 t^2, \\ \lambda &= 602,02 - 0,6622 t + 0,000,308 t^2 - 0,00000474 t^3, \\ \lambda &= 602,02 - 0,6616 t + 0,000,144 t^2 - 0,00009261 t^3, \end{aligned}$$

La première est calculée au moyen des seuls nombres de Régnault. La seconde représente, avec une fidélité plus grande que la première, les expériences de Régnault comprises entre 60° et 130°; au delà elle s'en écarte davantage, mais à 0° elle s'accorde avec les nombres de M. Dieterici. La troisième est relative à l'intervalle de 0° à 100°; enfin la dernière est relative aux températures supérieures à 100°.

Entre les limites de température qui se présentent en météorologie, — 30° à + 30°, on peut se contenter de la formule simplifiée,

$$\lambda = 595,7 - 0,57 t.$$

Edgard HAUDIÉ.

Dittmar (W.). — *Chemical arithmetic*, (7 fr. 50.) — William Hodge & Cie, 25 Bothwell Str., Glasgow, 1890.

Cet ouvrage est un recueil des données numériques nécessaires aux chimistes pour les calculs courants de laboratoire. On y trouve des tables de logarithmes à trois, quatre et cinq décimales, tables des inverses, des racines carrées, etc., Dans les données physiques, un certain nombre de tables sur la densité des solutions et des solides, les corrections aux pesées, la mesure des volumes gazeux, l'absorption et l'analyse des gaz, la thermométrie et le jaugeage des récipients. Toutes ces données sont mises sous une forme commode, et l'ensemble constitue un memento qui peut rendre de grands services.

Georges CHARPY.

Woodward (C.). — *Arithmetical Chemistry*, (2 fr. 50.) — Londres, Simpkin Marshall, Hamilton, Kent et Co's Stationers' Hall Court, London, 1890.

Ce petit livre s'adresse aux jeunes gens qui commencent l'étude de la chimie. Il contient un exposé très net des principaux problèmes de calcul que l'on rencontre en chemin et des méthodes par lesquelles on les résout. De nombreux exemples complètent cet exposé.

Georges CHARPY.

Bourgeois (Léon). — *Analyse microchimique*, 2^e supplément du *Dictionnaire de Chimie de Wurtz-Friedel*, Hachette et Cie, Paris, novembre 1890.

L'application du microscope à l'étude des minéraux et des roches a permis d'aborder l'examen de substances extrêmement petites auxquelles les essais chimiques ordinaires n'étaient plus applicables. Il a donc fallu, pour ce cas particulier, modifier les méthodes d'analyse qualitative. C'est au microscope qu'a été demandée la solution de cet intéressant problème. Un grand nombre de réactions chimiques donnent naissance à des corps parfaitement cristallisés dont les formes et les propriétés optiques sont suffisamment caractéristiques pour qu'on puisse les employer au diagnostic des éléments qui les composent. Ces réactions s'effectuent facilement dans une goutte de liquide, placée sur une lamelle de verre qu'on examine au microscope : elles ne demandent qu'une quantité extrêmement faible de la substance à analyser.

Les avantages des méthodes microchimiques n'ont pas tardé à frapper l'attention des chimistes auprès desquels elles commencent à devenir aussi populaires qu'auprès des minéralogistes et pétrographes qui les avaient employées les premiers.

De nombreux mémoires et même des traités spéciaux ont été consacrés à la description des réactions les plus caractéristiques des principaux éléments. Les noms de Boricky, Behrens, Streng, Hanshofer, Klément, Renard, etc., sont attachés à ce genre de recherches. M. Léon Bourgeois, à qui cette branche de la chimie doit d'intéressants progrès, en a réuni les principes généraux dans un court et substantiel article.

Après avoir rapidement indiqué les précautions à prendre pour purifier la petite parcelle de substance à essayer, le mode d'attaque, les procédés de filtration sur une lamelle de verre des quelques gouttes de la dissolution, M. L. Bourgeois passe en revue les principales réactions caractéristiques des divers métalloïdes et métaux.

Ces réactions peuvent être groupées en trois classes, suivant que les cristaux se produisent par voie humide, par fusion suivie de refroidissement (au sein de borax, sel de phosphore, etc.) ou par sublimation.

Cet intéressant travail, par sa nature condensée, se prête difficilement à l'analyse. Il suffira de rappeler ici deux des réactions décrites qui donneront une idée de ce genre de recherches.

Recherche du potassium, sodium, calcium (procédé Boricky). — Un petit fragment de la substance à essayer, de la grosseur d'une pointe d'épingle est placé sur une lamelle de verre enduite de baume du Canada, puis attaqué par l'acide hydrofluosilicique. L'évaporation lente de la solution donne, suivant les cas, des cristaux (fluosilicates), qui sont cubiques pour le potassium, hexagonaux pour le sodium, fusiformes ou arborescents pour le calcium, rhomboïdiques pour le magnésium, etc.

Recherche de la zirconie (procédé Michel Lévy et Bourgeois). — La substance à essayer est fondue dans un creuset de platine, avec un excès de carbonate de sodium. La masse est reprise par de l'eau acidulée; on constate au microscope la formation de lamelles hexagonales de zirconie.

Ce travail, terminé par une indication de l'application possible des réactions microchimiques aux substances organiques, est enrichi de figures dessinées d'après nature et montrant les cristaux et les formes cristallinitiques qui prennent naissance au cours des réactions décrites.

Grâce à une habile sélection qui a fait passer sous silence les réactions peu sûres ou difficiles à obtenir, ce précis d'analyse microchimique rendra de grands services aux chimistes et les encouragera dans une voie qui ne peut qu'être féconde en résultats.

Alf. LACROIX.

3° Sciences naturelles.

Carta geologica d'Italia nella scala di 1:1,000,000, pubblicata per cura del R. Ufficio geologico, 2 feuilles, (10 francs) Rome, 1889.

Le *Comitato geologico d'Italia* avait publié en 1881, à l'occasion du Congrès de Bologne, un premier essai de carte géologique générale de la Péninsule, en deux feuilles. La nouvelle carte d'ensemble livrée à la publication l'année dernière se distingue de la précédente par des perfectionnements importants : les divisions stratigraphiques, au nombre de vingt-quatre, sont, il est vrai, restées les mêmes — sauf la distinction du Rhétien, introduite dans les Alpes Lombardes et Vénitiennes — mais l'échelle du millionième, un peu plus grande que celle qui avait été adoptée tout d'abord (1,111,111^e) a permis d'apporter dans le tracé des contours une précision plus grande, en même temps que les progrès du levé de la carte détaillée amenaient souvent à les modifier d'une manière notable.

Sous ce rapport, il y a lieu de signaler particulièrement, dans les Alpes Occidentales, le long de la frontière française, la diminution des surfaces rapportées au Trias, et l'attribution des *schistes lustrés* de Lory au Précambrien : c'est la solution définitive d'un des problèmes les plus difficiles de la géologie alpine, solution qui est due surtout aux efforts persévérants de M. Zaccagna. Dans les Alpes Maritimes, aux environs de Savone, on remarque que la teinte du terrain primitif est remplacée par celle du Permien ; ce résultat est dû au même géologue.

Dans les Apennins, l'extension du Crétacé de 1881 a du être fréquemment restreinte au profit du Jurassique (chaînes calcaires des Abruzzes et de la Sabine, Capri, Pouille, etc.) ; en Toscane, dans l'Ombrie, le Miocène a pris un grand développement, aux dépens de l'Eocène et même du Crétacé. En Sardaigne, de larges espaces attribués au Pliocène ont reçu la couleur du Miocène, de même que dans les Calabres, où les roches amphiboliques ont pris en outre une extension toute nouvelle. Seule la partie de la carte relative à la Sicile n'a eu à subir aucune modification, les levés détaillés de cette île étant déjà terminés lorsqu'on préparait la première édition du travail. Par contre, le coloriage de la Corse a dû être transformé du tout au tout, d'après les minutes communiquées par le *Service de la Carte géologique détaillée de la France* : le Crétacé des anciens documents a fait place aux schistes cristallins archéens. Quant au littoral dalmate, il a été figuré d'après les cartes autrichiennes. Enfin, les études récentes de M. Rolland ont été mises à contribution pour représenter les grands traits de la géologie tunisienne, du golfe de Hammamet au cap de Fer.

Avec la belle carte de l'Italie au 1:1,500,000^e que M. Vogel, l'éminent cartographe de Gotha, vient de faire paraître dans la nouvelle édition de l'*Atlas de Stieler*, la carte d'ensemble du *Comitato* de Rome constitue une base excellente pour l'étude de la géologie et de l'orographie de la Péninsule, dont les matériaux sont malheureusement encore éparpillés dans une foule de publications diverses. Il serait temps, croyons-nous, que quelqu'un songeât à coordonner ces richesses : la préparation d'un *Manuel de géologie italienne* ne pourrait-elle pas être confiée à l'un des collaborateurs du service officiel ? C'est là un vœu que nous souhaitons vivement de voir bientôt réalisé.

ENIM, DE MARGERIE.

Askenasy (E.). — Quelques relations entre l'accroissement et la température. Berichte d. deutsch. bot. Gesellsch., VIII, 61-94, 1890.

Cette étude a porté sur les racines de jeunes plantes de maïs. Après avoir observé l'accroissement des racines qu'il trouve être de 1, 7 à 3,8 millim. par heure et à la température de 26 à 29°, l'auteur a déterminé le degré de turgescence des racines qui ont été portées

à des températures différentes. Cette turgescence est mesurée en observant le raccourcissement de l'organe lorsqu'on la supprime, ce qu'on obtient en plongeant l'organe dans de l'eau à 75-80° pendant 10 minutes ou dans une solution de salpêtre à 15 0/0 pendant 80 minutes. M. Askenasy a constaté ainsi que le raccourcissement des racines de maïs a la même valeur, quelle que soit la température à laquelle ces racines se sont trouvées et quel qu'ait été l'accroissement en longueur correspondant. Ces expériences modifient donc complètement les idées qui avaient cours actuellement et d'après lesquelles on faisait de l'accroissement des membranes celluloseuses une dépendance de la turgescence.

L'auteur examine ensuite l'influence de certains changements de température sur l'accroissement. Il a constaté que l'accroissement cesse quand on refroidit la plante à + 5°. En outre, les racines ayant séjourné une demi-heure dans l'eau à cette basse température et qu'on porte ensuite à la température la plus favorable à l'accroissement croissent beaucoup moins vite qu'elles ne devraient le faire normalement. Ce fait, que l'accroissement s'arrête rapidement à une certaine température semble être une réaction du protoplasma vivant, ce qui conduit M. Askenasy à expliquer l'accroissement général des cellules et des organes, non plus par celui de la membrane cellulaire, mais par l'accroissement du protoplasma qui serait, dans tous les cas, le phénomène primaire, dominant et réglant celui de la membrane cellulaire.

A. HÉBERT

Michotte (F.). — Traité scientifique et industriel de la Ramie. (10 francs.) J. Michelet, 25, quai des Grands-Augustins, Paris, 1891.

M. Michotte, inventeur d'une machine à décortiquer la Ramie a entrepris d'écrire l'histoire complète de ce remarquable textile. La première partie, qui vient de paraître, traite des caractères botaniques de la plante, de la culture, du rendement et du décortiquage. Certainement l'auteur a rassemblé un grand nombre de documents dont plusieurs sont fort intéressants : comptes-rendus des séances de la Commission de la Ramie, rapports de MM. Tisserand, Favier, Rivière, etc. Malheureusement tous ces documents, au lieu d'être résumés et condensés, ont été simplement juxtaposés, de telle sorte qu'une même question se trouve traitée plusieurs fois au grand détriment de la clarté. Nous ne reprocherons pas à M. Michotte les quelques obscurités ou erreurs de sa description botanique ; l'auteur n'est pas botaniste ; il devait simplement reproduire les textes sans y rien changer comme il a reproduit les figures.

La partie qui traite de la culture dans nos colonies et du rendement probable a son importance ; mais nous ne faisons aucune difficulté d'avouer que nos préférences vont tout droit au chapitre très complet du décortiquage. L'auteur évoluait là dans un milieu connu ; il n'est pas difficile de s'en apercevoir dès les premières pages. Certes il ne faut pas demander à un inventeur d'admirer l'idée de ses concurrents : M. Michotte s'en est bien gardé. Mais il a suffisamment esquissé leurs procédés pour éclairer le lecteur : c'est déjà beaucoup. De nombreuses figures de machines accompagnent d'ailleurs le texte et en facilitent l'intelligence.

Le deuxième volume, annoncé par l'auteur, comprendra le dégommeage et la filature de la Ramie.

HENRI LECOMTE.

Blanchard (Dr R.). — Compte-rendu des séances du Congrès international de Zoologie, (15 francs), au siège de la Société zoologique de France, 7, rue des Grands-Augustins, Paris, 1890.

La publication du compte rendu des séances du Congrès international de zoologie couronne dignement

les travaux des nombreux savants qui ont pris part à ces réunions. Le Congrès était divisé en trois sections : 1^{re} Zoologie ; 2^{re} Anatomie, histologie, embryogénie ; 3^{re} Paléontologie. Chacune de ces sections a apporté sa part aux travaux que publie le secrétaire général du Congrès, le Dr R. Blanchard.

Signalons en particulier un très intéressant rapport du professeur Ed. Perrier « sur les services que l'embryogénie peut rendre à la classification » et un travail très substantiel du Dr P. Fischer sur « la détermination des régions du globe dont la forme est insuffisamment connue. » M. Filhol et M. F. Topinard se sont chargés de montrer de leur côté les liens qui existent entre la paléontologie d'une part, l'anthropologie d'autre part et la zoologie. Il nous est impossible de donner même un aperçu de ces rapports, on le comprendra si l'on songe que chacun d'eux est un exposé documenté de l'état actuel de la science pour chacun des points traités.

Plusieurs mémoires originaux importants sont également publiés dans le volume que nous analysons. Citons entre autres : dans la section de zoologie, les recherches sur la production du saumon de la Bordogne, par M. Künstler ; une communication sur la station zoologique de Cette par le professeur Sabatier ; la recherche des animaux marins avec la description de l'outillage spécial employé à bord du yacht *l'Hivondelle*, par le prince de Monaco.

Dans la section de paléontologie, nous relevons un important mémoire du Dr V. Lemoine : « Considérations générales sur les Vertébrés fossiles des environs de Reims et spécialement sur les mammifères de la faune cernaysienne. »

Le volume comprend enfin une importante étude du Dr R. Blanchard sur « la nomenclature des êtres organisés ». Cette question, proposée par la Société zoologique de France, a fait le sujet de longues discussions au sein du Congrès. Des propositions fortement motivées ont été votées. C'est là, on peut le dire, un résultat sérieux qui fera époque dans l'histoire de la zoologie. Nous ne saurions trop féliciter la Société zoologique de France de l'initiative qu'elle a prise, et son actif secrétaire général, le professeur, R. Blanchard, du soin qu'il a apporté dans l'étude dont il a fait adopter la plupart des conclusions.

Dr H. BEAUREGARD.

4^e Sciences médicales.

Duplay (Simon), *Professeur de clinique chirurgicale, et Cazin.* — Recherches expérimentales sur la nature et la pathogénie des atrophies musculaires consécutives aux lésions des articulations. *Archives générales de médecine, janvier 1891, p. 1.*

On a proposé successivement pour expliquer la pathogénie des amyotrophies consécutives aux lésions articulaires de nombreuses théories : *Théorie mécanique*, une hyarthrose de l'épaule comprimant le deltoïde par exemple ; *inactivité fonctionnelle*, l'atrophie musculaire étant due à l'immobilisation du membre ; *propagation aux muscles de l'inflammation articulaire ; névrite par propagation*, etc.

En présence de l'insuffisance de ces diverses théories, la plupart des auteurs se sont ralliés à la *théorie réflexe*, imaginée par Vulpian, qui, plaçant le point de départ du réflexe dans l'irritation des extrémités des nerfs articulaires, admet que cette irritation retentit par la voie centripète sur les centres spinaux au niveau des foyers d'origine des nerfs des muscles frappés d'atrophie et y détermine une modification dynamique, d'où résulte l'amyotrophie.

Cette théorie explique la rapidité avec laquelle se produit l'atrophie et qui semble exclure *a priori* l'idée d'une lésion matérielle ; elle concorde avec les résultats de l'observation clinique qui semble bien démontrer que l'affection spinale est purement dynamique, en permettant de constater l'absence de réaction de dégé-

nérescence ; enfin elle trouve un dernier appui dans l'examen micrographique des muscles qui ont toujours présenté les caractères de l'atrophie simple. Il lui manquait pour être établie d'une manière définitive la sanction d'une série d'examen sérieux démontrant d'une manière péremptoire l'état de la moelle et des nerfs. C'est pour combler cette lacune que, dans ces deux dernières années, MM. Duplay et Cazin ont entrepris un grand nombre d'expériences méthodiquement poursuivies, au niveau de l'articulation du genou, sur dix chiens et cinq lapins, faisant chaque fois comparativement l'examen des tissus du côté sain et de ceux du côté malade.

Les lésions articulaires étaient produites par l'injection de solutions de nitrate d'argent, de teinture d'iode, par l'introduction d'un thermocautère rouge ou par des mouvements forcés. La recherche des lésions des troncs nerveux, des racines rachidiennes et de la moelle resta constamment négative : les fibres musculaires présentèrent, dans tous les cas, les caractères de l'atrophie simple sans processus irritatif. Les seules lésions constatées furent celles de filets nerveux articulaires dans leur partie terminale.

Aussi, en l'absence de lésions ascendantes s'étendant aux nerfs musculaires, se trouve-t-on amené à admettre un retentissement de l'irritation des nerfs périarticulaires sur les centres médullaires, retentissement qui se propagerait aux foyers où les nerfs centrifuges prennent naissance. La pathogénie des amyotrophies d'origine articulaire réflexe, nettement indiquée par Vulpian, se trouve donc aujourd'hui établie sur des recherches anatomo-pathologiques rigoureuses.

Dr HENRI HARTMANN.

Rouvier (J.). — Revue internationale de bibliographie médicale, pharmaceutique et vétérinaire, *Paris et Beyrouth, 1891, n° 1.*

L'an dernier, M. Rouvier (de Beyrouth) fondait une revue bibliographique trimestrielle donnant l'indication des divers travaux afférents aux sciences médicales. Il lui adjoint aujourd'hui un bulletin mensuel analytique, dont le but est, nous dit-il, « de donner beaucoup en peu de lignes, de faire connaître avec impartialité les principaux travaux publiés par la presse médicale du monde entier ». Le premier numéro, contenant 32 pages de texte fin, imprimé sur deux colonnes, contient un grand nombre de renseignements.

Dr HENRI HARTMANN.

Salomonsen (Dr C. J.). — Technique élémentaire de bactériologie. Traduit par le Dr RAY, DURAND-FARDEL (4 francs). Chez Rueff et Cie, éditeurs, Paris.

Les recherches microbiologiques sont devenues d'une nécessité absolue dans la pratique courante de la médecine et dans bien des circonstances, elles sont indispensables avant d'affirmer le diagnostic. Pour être complète, l'éducation du médecin d'aujourd'hui doit donc comprendre l'étude de la bactériologie. Pénétré de cette idée, le docteur Salomonsen (de Copenhague) a publié le résultat des travaux qu'il avait entrepris pour acquérir par lui-même les notions de bactériologie qui lui étaient nécessaires ; c'est dire que sa technique élémentaire est conçue dans un esprit essentiellement pratique et mise à la portée de tous les médecins auxquels elle indique les manipulations courantes en bactériologie et les moyens de réaliser, très simplement, une installation de laboratoire suffisante pour leurs besoins. Un ouvrage de ce genre manquait dans la littérature française ; en nous donnant une traduction de Salomonsen aussi claire qu'exacte, le Dr Ray, Durand-Fardel a comblé cette lacune de la façon la plus heureuse.

Dr Ed. DE LAVARENNE.

Cleccolui (S. A.). — L'inspiration profonde active (2fr. 50). G. Masson, 120, boulevard Saint-Germain, Paris, 1890.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

Par exception le présent numéro ne contient pas le compte rendu des séances de plusieurs Académies et Sociétés savantes, dont la Revue analyse ordinairement les travaux, — ces Sociétés venant de prendre vacances à l'occasion des fêtes de Pâques.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 23 mars 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Mlle Klumpke: Observation de la planète Millosevich (304), faite à l'Observatoire de Paris (Equatorial de la tour de l'Est). — M. J. Weingarten: Sur la théorie des surfaces applicables. Extrait d'une lettre de M. J. Weingarten à M. Darboux. — M. J. Verschaffelt présente une note sur les déformations que présente après l'imbibition un système formé par la superposition de deux lames hygroscopiques, minces et homogènes, à propriétés différentes. Toutes les formes que peut affecter le système peuvent être classées en deux groupes: au premier se rattachent toutes les formes présentant des courbures principales de même signe, au second toutes celles présentant des courbures principales de signe contraire. Le cylindre peut être considéré comme une forme de transition et la sphère est un cas particulier du premier groupe.

2^{es} SCIENCES PHYSIQUES. — MM. R. Colley, N. Michkine et M. Krazine rendent compte des observations actinométriques faites à l'observatoire de l'Académie Petrowsky, près de Moscou, dont le but principal était de déterminer l'intensité totale des radiations émises par le Soleil et de celles diffusées par toute l'étendue du ciel, sur l'unité de surface horizontale du sol. Les auteurs se sont servis du pyréliomètre de M. Crova qui a été observé comparativement aux indications de l'actinographe de MM. Richard frères. Ils ont trouvé que la marche diurne de la radiation, par des journées très sereines, présente, à Moscou, les mêmes caractères typiques que ceux trouvés par M. Crova à Montpellier; ainsi: 1^{re} La courbe de la marche diurne n'est pas symétrique par rapport à l'ordonnée de midi; 2^{es} Les maxima principaux ont lieu, en été, vers 10 heures du matin et à 3 heures après midi; ils sont séparés par un minimum secondaire. En automne les deux maxima se rapprochent de l'heure de midi. De l'ensemble de ces observations il résulte que l'insolation est plus intense pendant le mois de juillet que pendant les mois de juin et d'août, tandis que théoriquement, elle devrait être la plus forte en juin; la transparence atmosphérique est donc plus faible pendant le mois de juin que pendant les deux mois suivants, et cependant la durée totale de l'insolation est plus grande en juin qu'en juillet. Le mémoire est accompagné de 23 tableaux, donnant, pour tous les jours de chaque mois, la radiation totale reçue sur l'unité de surface horizontale, ainsi que du calcul des degrés de précision que l'on peut atteindre dans ces observations. — M. A. Crova, au sujet des observations précédentes, fait remarquer que ces dernières ne sont pas directement comparables à celles qu'il a faites à Montpellier et à celles de M. Savélieff à Kief, car elles donnent les radiations totalisées du Soleil et du ciel, tandis que celles de Montpellier et de Kief donnent seulement celles du Soleil. De la comparaison du nombre de calories entre Moscou et Montpellier on peut conclure que la transparence atmosphérique a été pendant les mois de juin et de juillet plus grande à Moscou qu'à Montpellier. Ces résultats rapprochés de ceux obtenus pendant l'hiver à Kief, permettent de conclure que la situation

continentale des deux stations russes donne à leur atmosphère une transparence calorifique plus grande qu'à Montpellier, dont la situation, plus méridionale et au bord de la mer, augmente la masse des vapeurs absorbantes de son atmosphère. Quoique le soleil y brille plus souvent, la transparence atmosphérique y est moindre. — M. Berthelot, en étudiant l'action de la chaleur sur l'oxyde de carbone renfermé dans des tubes de verre scellés à la lampe, a reconnu que si l'on soumet ce gaz à des températures de plus en plus abaissées, il arrive un degré tel que l'acide carbonique continue à se manifester, précisément comme à une température plus haute, mais sans qu'il apparaisse la moindre trace de charbon. La dose d'acide carbonique formée ainsi vers 500° à 550° est comparable à celles que l'on obtient en faisant passer très lentement l'oxyde de carbone dans des tubes de porcelaine chauffés au rouge; mais au rouge vif, et même au rouge modéré, il se dépose vers les extrémités des tubes deux anneaux de charbon très visibles, tandis que vers 500° à 350°, avec une dose comparable d'acide carbonique formé, il est impossible d'observer la moindre trace de charbon. L'acide carbonique formé ne saurait résulter ici d'une dissociation directe de l'oxyde de carbone, mais bien d'une décomposition proprement dite, qui doit être précédée par une polymérisation, le produit condensé se séparant aussitôt en acide carbonique et sous-oxydes. Le mécanisme de cette transformation singulière rentrerait dès lors dans les mêmes lois que les polymérisations et décompositions pyrogénées des carbures d'hydrogène. — M. Berthelot, dans le cours des recherches précédentes, a observé une réaction caractéristique de l'oxyde de carbone. Ce gaz réduit l'azotate d'argent ammoniacal. Cette réaction est extrêmement sensible et s'effectue même en présence d'une grande quantité d'air. Elle pourra donc servir à reconnaître la présence d'une trace d'oxyde de carbone, dans une atmosphère gazeuse, pourvu qu'il n'y ait pas d'autre substance réductrice. Cette réaction fournit un nouveau rapprochement entre l'oxyde de carbone et les aldéhydes. — MM. Berthelot et André, d'après quelques essais ayant pour but de rechercher l'origine de l'odeur spéciale émise par la terre végétale récemment mouillée, établissent que le principe essentiel de cette odeur réside dans un composé organique, neutre, de la famille aromatique, et qui est entraîné par la vapeur d'eau, à la façon des corps possédant une très faible tension. — M. Besson étudie l'action de l'acide iodhydrique sur le chlorure de silicium. Le produit de la réaction, soumis à une série de distillations fractionnées, lui a donné les chloroiodures $\text{Si}^2\text{Cl}^3\text{I}$, $\text{Si}^2\text{Cl}^2\text{I}^2$ et quelques gouttes d'un composé se rapprochant de la formule $\text{Si}^2\text{Cl}^3\text{I}^3$. — M. L. Amat continue ses recherches sur l'influence des acides dans la transformation du pyrophosphite de soude en phosphite. Il étudie les influences de la dilution, de la quantité d'acide, de la nature de l'acide. Dans l'action des alcalis sur le pyrophosphite de soude, la vitesse de transformation a été trouvée à chaque instant proportionnelle, non seulement à la quantité de pyrophosphite qui se trouve dans la dissolution, mais encore à la quantité de soude qui provoque cette transformation. — M. Vèzes rend compte du résultat de ses recherches sur les sels bromoazotés du platine. Il décrit

les modes de préparation du platibromonitrite, du platibromonitrosnitrite et du bromoplatinate de potassium. — M. Albert Colson présente une note sur la désaggrégation par l'eau des sels neutres d'amines de la série grasse. Il montre que les sels constitués par des amines capables de ramener au bleu le tournesol rougi par l'acide minéral auquel elles sont combinées sont sensiblement dissociées par l'eau, même vers 50°, et leur désaggrégation est réglée par les lois que M. Berthelot a établie pour les sels faibles. La méthode employée ne s'applique pas aux alcalis fixes, potasse, chaux. — M. Raoul Varet fait connaître un certain nombre de nouvelles combinaisons de la pyridine; il décrit les bromozincate et cuivrate de pyridine ainsi que les argentiodure, bromure et chlorure de pyridine. — M. Léo Vignon synthétise les résultats de ses précédentes communications relatives à la théorie des phénomènes de teinture. Tous les phénomènes de teinture obtenus avec les matières colorantes solubles, qu'ils se manifestent avec les textiles ou avec les oxydes métalliques, nécessitent: 1° La présence de fonctions acides ou basiques dans les absorbants; 2° La présence de ces mêmes fonctions dans les matières colorantes. En faisant abstraction des matières colorantes tétrazoïques, que le coton absorbe sans mordant dans un bain alcalin, on peut dire que les phénomènes de teinture obtenus avec les matières colorantes solubles sont d'ordre purement chimique, et que les règles de l'action chimique suffisent à les expliquer.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. A. d'Arsonval décrit une méthode générale pour enregistrer simultanément l'onde électrique d'excitation et la contraction musculaire résultante. La méthode permet de faire varier isolément d'une façon continue les trois facteurs, *potentiel maximum de la décharge, temps de variation du potentiel et quantité d'électricité*, dont est fonction la courbe qui représente la caractéristique d'excitation (forme de l'onde électrique). Elle permet en outre de combiner ces variations deux à deux ou trois à trois et d'inscrire directement sur un cylindre enregistreur la courbe de l'onde électrique, et, immédiatement au-dessous, la courbe de la secousse musculaire provoquée par cette excitation. — MM. Simon Duplay et Maurice Cazin, au cours de recherches dirigées dans un autre but, ont reconnu, par une série d'expériences nombreuses, que les phénomènes convulsifs, que produit chez les souris, les rats et les cobayes, l'injection de lymphes de Koch diluée, suivant la technique employée en Allemagne dans une solution d'acide phénique à 5 pour 1000, provenaient uniquement de l'action de l'acide phénique. Ils signalent de plus que pour un même poids d'animal, la souris est beaucoup plus sensible à cette action que le rat, le cobaye, le lapin et le chien.

Mémoires présentés. — M. Paraire adresse une note « Sur le maximum de rendement de la vapeur. » — M. J. Dettweiler adresse une note relative à un projet d'utilisation comme force motrice, de la déviation du mouvement d'un pendule par la rotation de la Terre. — M. Déclat adresse une note tendant à établir qu'il a, le premier, fait usage d'injections hypodermiques antiseptiques, dans le traitement de la tuberculose.

Séance du 31 mars 1891.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. P. Painlevé : Sur la théorie de la représentation conforme. — M. G. Sire présente sous le nom de *gyroscope alternatif à mouvements réciproques*, un appareil destiné à mettre en évidence le fait connu : lorsqu'un tore en rotation est assujéti à tourner autour de deux axes rectangulaires entre eux, une rotation autour de l'un de ces axes n'est possible que si l'axe du tore est parallèle à cet axe, et si cette rotation est de même sens que celle du tore. — M. A. Gaillot a relevé une série d'observations faites à Paris au cercle de Gambey d'août 1824 à septembre 1837 dans des conditions particulièrement favorables pour mettre en évidence, le cas échéant, une variation de latitude; les moyennes ne montrent au-

cune variation annuelle, mais une variation diurne nette, avec minimum à 9 heures. — M. G. Bigourdan donne la liste, avec description sommaire, des nébuleuses nouvelles qu'il a découvertes à Paris depuis 1887. — M. Monchev annonce que la première séance du Comité international permanent pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel vient d'avoir lieu; après cette troisième session, les travaux vont commencer immédiatement.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. P. Duhem donne brièvement les résultats auxquels il aboutit dans un ouvrage en cours de publication sur les pressions à l'intérieur des milieux magnétiques ou diélectriques. — MM. E. Sarrazin et L. de la Rive ont repris la vérification des expériences de M. Hertz relativement aux ondes électriques réfléchies dans l'air; comme pour les ondulations des fils conducteurs, ils ont trouvé que la longueur d'onde varie avec le résonnateur et non avec la source; et qu'elle est sensiblement constante pour un résonnateur donné; de plus, avec un même résonnateur, elle est sensiblement la même dans l'air et le long d'un fil conducteur. — M. A. de Tillo signale des anomalies magnétiques considérables dans une région très limitée de la Russie d'Europe, entre Charkov et Kursk. — M. H. Deslandres, prenant le spectre des hydrocarbures ou du carbone comme exemple, montre que l'on peut par le calcul à partir d'une série de bandes bien connues, calculer la position des autres bandes du même spectre, et par suite déterminer si des raies observées doivent bien être attribuées au spectre du corps étudié. — M. K. de Kroustchoff a fait la synthèse de l'amphibole par la voie humide. — A propos de la note de M. G. Linossier sur l'hémaline végétale, M. T. L. Phipson rappelle qu'il a découvert dans certaines algues en 1879 un pigment rouge contenant du fer et donnant un spectre d'absorption analogue à celui du sang.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. L. Lindet communique plusieurs expériences nouvelles à l'appui de l'opinion émise antérieurement par lui, à savoir que les alcools supérieurs produits par la fermentation alcoolique résultent de la vie de microorganismes distincts de la levure de bière. — M. A. d'Arsonval présente un appareil destiné à filtrer à la bougie de porcelaine les liquides visqueux provenant de tissus animaux; c'est la pression de l'acide carbonique liquéfié qui pousse les liquides à travers la porcelaine; l'acide carbonique à ces pressions élevées jouit d'un pouvoir antiseptique propre considérable. — M. R. Moniez a pu observer les mâles chez un certain nombre d'espèces d'Ostracodes d'eau douce qui passaient pour se reproduire exclusivement par parthénogénèse. — M. A. F. Marion expose ses nouvelles observations sur la sardine de Marseille; il explique l'apparition successive de bandes de tailles variées par l'irrégularité de la maturité sexuelle qu'on peut observer chez les adultes; il pense que l'œuf pondu est flottant, et c'est à la sardine qu'il faut rapporter les œufs à grande chambre péritelline décrits par Raffaële à Naples. — M. P. Lesage continuant ses recherches sur la physiologie des plantes du littoral, a reconnu que la présence du sel diminue la formation d'hydrate de carbone dans les tissus des plantes; ce fait est à reprocher de cet autre, signalé par le même auteur, qu'une forte salure s'accompagne d'une diminution de la chlorophylle. — M. E. Aubert a constaté sur des plantes grasses (Cactées) exposées à la lumière dans une atmosphère dépourvue d'acide carbonique un dégagement simultané d'oxygène et d'acide carbonique. — M. A. de Tillo comparant des pressions barométriques observées par un voyageur au centre de l'Asie, avec la marche générale de la pression sur ce continent, conclut à l'existence d'une dépression dans ces régions d'environ 50 mètres au-dessous de la mer. — M. A. Pomel expose d'après un grand nombre d'informations qu'il a recueillies, les grandes lignes du tremblement de terre des 15 et 16 janvier en Algérie.

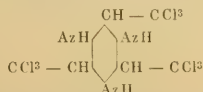
Mémoires présentés. — M. Pellerin adresse une note sur la réduction de la résine commune par l'hydrogène naissant. M. A. B. Mac Donall adresse un relevé des quantités de pluie tombées à Paris pendant sept années consécutives, de 1870 à 1876.

L. LAFICQUE.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 10 avril 1891.

M. Engel a remarqué que si l'on mélange une solution d'acide chlorhydrique concentré à une solution saturée d'hyposulfite de soude, on obtient, après séparation du chlorure de sodium, une solution limpide, qui se conserve longtemps, mais jaunit peu à peu; puis il se forme un dépôt de soufre qui offre cette particularité remarquable qu'il se redissout si l'on ajoute un excès d'eau; ce soufre est soluble dans le chloroforme et le sulfure de carbone et cristallise facilement par évaporation; mais les cristaux ainsi obtenus fondent au-dessous de 100° en se transformant en soufre mou insoluble dans le sulfure de carbone. La forme cristalline de cette nouvelle variété de soufre n'a pas encore pu être déterminée. — M. Engel a étudié l'action de l'eau oxygénée sur le permanganate de potassium en présence d'acide sulfurique, et constate qu'il n'y a pas dégagement d'oxygène si l'on emploie des réactifs purs; mais si l'on amorce la réaction au moyen d'une trace de sulfate manganoux, elle se continue d'elle-même. — M. Béhal rappelle la suite des recherches qu'il a faites en commun avec M. Choay sur le chloralimide et donne comme formule de constitution de ce corps le schéma :



et explique les isomères que présente le chloralimide en construisant cette formule dans l'espace; on remarque alors qu'il ne peut y avoir que deux isomères stéréochimiques. M. Béhal fait ensuite observer que dans un certain nombre de cas la symétrie du schéma construit dans l'espace concorde bien avec la symétrie cristalline observée. Malheureusement il y a des exceptions bien difficiles à expliquer. — M. Bertrand rappelle que par hydrogénation du xylose il a obtenu la xylite; l'hydrogénation se fait au moyen de l'amalgame de sodium, et la purification de la xylite au moyen de l'acétol dibenzoïque. Traitée par l'acide iodhydrique, la xylite donne naissance à l'iodure de pentine correspondant au méthylpropylcarbinol. — M. Prunier décrit une nouvelle méthode d'analyse élémentaire permettant de doser à la fois le soufre et le carbone. — M. Grimaux a étudié en collaboration avec M. Lefèvre l'influence qu'exerce l'introduction d'un groupe oxyméthyle dans les molécules aromatiques, au point de vue de la formation des matières colorantes. Il a comparé les réactions et les matières colorantes que donnent la diméthylaniline, la méthanisidine diméthylée et l'ortho-anisidine diméthylée, et conclut que l'introduction d'un groupe méthoxyle influe sur la nature de la couleur; ainsi l'oxydation de la diméthylaniline donne du violet, les deux anisidines donnent du bleu très pur; il faut également tenir compte de la place qu'occupe le groupe méthoxyle; un pareil groupe en position ortho s'oppose presque absolument à la formation des colorants qu'on obtient très facilement avec le dérivé méta. — M. Verneuil décrit un dispositif qu'il a imaginé pour alimenter automatiquement une trompe à mercure, en faisant remonter le mercure dans le réservoir supérieur au moyen d'une trompe à eau.

A. COMBES.

SOCIÉTÉ MATHÉMATIQUE DE FRANCE

Séance du 1^{er} avril 1891.

M. Fouret fait connaître l'extension aux courbes algébriques gauches d'une propriété qu'il a déjà donnée pour les courbes algébriques planes: Le lieu des points pour lesquels la somme des carrés des normales menées à une courbe algébrique gauche quelconque est constante, est une surface du second ordre. — M. Kobb indique un critérium applicable à la distinction entre les maxima et les minima d'intégrales définies. Il en fait l'application à l'intégrale qui se rencontre dans la démonstration du principe de la moindre action. — M. Raffy: Détermination du caractère des surfaces applicables sur des surfaces spirales.

Maurice D'OCAGNE.

SOCIÉTÉS MARITIMES SCIENTIFIQUES

NORTH EAST COAST INSTITUTION OF ENGINEERS
AND SHIPBUILDERS

M. Weighton: *Puissance indiquée normale des machines et chaudières marines.* Bien des formules ont été employées à diverses époques pour exprimer la puissance des machines. La force indiquée sur les pistons, que l'indicateur permet toujours d'obtenir, est l'expression, aujourd'hui adoptée en pratique, de cette puissance. Mais elle ne donne aucune indication sur la chaudière, ni par conséquent sur l'ensemble de l'appareil moteur. Une commission fut chargée en 1885 d'établir une formule qui servit de terme de comparaison des valeurs relatives des appareils moteurs. M. Weighton expose le résultat de ses travaux. — Le but de la nouvelle formule étant d'exprimer non la puissance absolue, mais la valeur relative d'un appareil moteur, ou son degré d'utilité pour l'armateur, il importe de choisir avant tout une unité convenable. La force indiquée d'une machine n'est pas une mesure de sa valeur; elle ne le serait que dans des conditions de fonctionnement identiques pour toutes les machines. Ainsi deux machines de dimensions différentes pourraient bien, avec même pression, et même nombre de tours être amenées à produire la même puissance en faisant varier l'introduction. Mais leurs conditions économiques ne seront plus les mêmes. Celle qui aura la plus forte introduction dépensera plus de vapeur, et, par suite, de combustible; et la plus grande course entraînera le plus d'usure. La valeur d'un appareil est donc, dans une large mesure, indépendante de la force indiquée. On pourrait la représenter par des nombres proportionnels abstraits. Mais il a paru comode d'attribuer à ces nombres un sens concret; on est convenu de prendre pour unité de la valeur la puissance en chevaux; seulement cette puissance sera celle que développeraient les machines dans des conditions moyennes et identiques bien déterminées. Or, en étudiant d'une part les éléments d'où dépend la valeur d'un appareil moteur, le port en lourd, la vitesse, la consommation de combustible, l'usure, les frais d'entretien, le poids de l'appareil, et, d'autre part, les facteurs d'où dépendent à leur tour ces éléments, on a reconnu que le principal de ces facteurs était la force indiquée, unité arbitrairement choisie de la valeur. Parmi les autres facteurs, les uns exercent une influence considérable sur la force indiquée: on les a donc fait entrer dans la formule, sous forme de fonctions qui réduisent leur influence à être uniforme ou proportionnelle à la valeur. Quant aux autres facteurs, qui n'ont qu'une influence indirecte, on les a éliminés au moyen de plusieurs hypothèses qui leur attribuent une certaine valeur moyenne constante. On est ainsi arrivé à la formule suivante de la puissance indiquée normale :

$$P_n = \frac{(D^2 \sqrt[3]{S} + 3H) \sqrt[3]{P}}{100}$$

où D est le diamètre du cylindre de basse pression en pouces, S la course du piston en pouces, H la surface de chauffe en pieds carrés, et P la pression en livres par pouce carré au-dessus de l'atmosphère. Il est d'abord évident que la valeur de l'appareil étant exprimée en puissance indiquée, la formule doit renfermer D^2 , et comme on suppose la consommation uniforme pour une pression donnée et indépendante de la détente, le grand cylindre est seul à considérer. En outre une table des pressions montre qu'entre 50 et 250 livres (entre 3 et 17 k. par centimètre carré),

$\sqrt[3]{P}$ est sensiblement proportionnel à l'ordonnée moyenne, en supposant que la contrepression et l'utilisation soient les mêmes. En pratique, il est certain que l'utilisation variera; mais cette variation échappe à l'évaluation et rentre dans la catégorie des facteurs auxquels on attribuera une valeur moyenne constante.

Quant à $\sqrt[3]{S}$, ce facteur, qui représente la vitesse du piston, suppose cette vitesse proportionnelle à la racine cubique de la course. Ici encore, dans la pratique, on s'écarte de cette loi d'une façon sensible, car on peut donner la vitesse que l'on veut entre des limites très larges sans s'inquiéter de la course. Mais si, ayant toujours en vue la valeur de l'appareil, on cherche d'où doit dépendre la vitesse, on trouve que c'est de l'usure et de la durée, par conséquent de la course. En effet, lorsque la vitesse dépasse certaines limites, la machine est soumise à des chocs et à des vibrations. La précision de l'ajustage et de l'équilibre, qui peut les atténuer, demande des soins et entraîne par suite une diminution proportionnelle de valeur. D'autre part, si on limite la vitesse, cette limitation dépend de la course, du poids des pièces mobiles, de la solidité de la construction. Mais la difficulté d'amortir ces vibrations augmente avec la pression par unité de surface du piston nécessaire pour accélérer et retarder alternativement les pièces mobiles. Or cette pression dépend du poids de ces pièces, de la course et du carré du nombre de tours, sans parler du rapport des longueurs de la bielle et de la manivelle qui est supposé uniforme. Et comme le poids des pièces mobiles varie à peu près comme $\sqrt[3]{S}$, la pression nécessaire à leur accélération ne sera constante que si les vitesses de piston, pour toute valeur de la course, sont proportionnelles à $\sqrt[3]{S}$. C'est ainsi que se trouve justifié l'emploi de cette fonction de la course. Les frottements des pistons, des patins et de la ligne d'arbre sont une autre cause d'usure. Ils dépendent de la vitesse, mais ne sont pas aussi nuisibles que les chocs et les vibrations. On ne pourrait en uniformiser les effets que par une vitesse de piston constante pour toute valeur de la course. Quant à la surface de chauffe, c'est l'élément qui représente le mieux l'influence de la chaudière. Sous un volume donné de l'enveloppe, la surface de grille peut en effet varier beaucoup sans entraîner de variation correspondante dans la valeur de la chaudière. La surface de chauffe, au contraire, ne peut pas beaucoup augmenter, et si elle est réduite, la puissance l'est aussi, ou l'importance de la chaudière, puisque la consommation est supposée constante. En outre,

multipliée par $\sqrt[3]{P}$, la surface de chauffe aura plus ou moins de valeur suivant la pression, comme dans la machine. La formule n'étant qu'un instrument de comparaison, le coefficient est arbitraire. On a choisi 100 non seulement par commodité, mais aussi parce que le nombre résultant représente à peu près la puissance en chevaux dans des conditions normales. L'emploi de la nouvelle formule est facilité par un diagramme qui, étant donnés les quatre facteurs, fournit à simple lecture la valeur de la puissance indiquée normale.

LÉON VIVET.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 49 mars 1891.

1^o SCIENCES PHYSIQUES. — Professeur **John A. Mac-William** : Un nouveau réactif pour l'albumine et les autres matières protéiques. L'acide salicyl-sulfonique possède à un très haut point la propriété de précipiter les substances protéiques. C'est un réactif extrêmement délicat pour la recherche des corps protéiques en solution, et il agit sur tous les corps de cette classe. Le professeur Mac-William a examiné l'action de l'acide salicyl-sulfonique sur l'albumine naturelle et les albumines dérivées, la globuline, la fibrine, sur les protéines et les peptones; il donne les résultats obtenus dans ces différents cas, et lorsque le réactif est employé pour rechercher la présence de corps protéiques dans l'urine. La conclusion à laquelle il arrive est que l'acide salicyl-sulfonique est probablement le plus délicat et le plus précis de tous les réactifs connus pour la recherche des corps protéiques en solution. — **D^r William Hunter** : Influence de l'oxygène sur la formation des ptomaines. — L'auteur a étudié cette question dans le but de déterminer jusqu'à quel point les propriétés pathogènes d'une certaine classe de bactéries (aérobies facultatives) sont en connexion avec le pouvoir qu'elles possèdent d'emprunter l'oxygène au milieu nutritif lorsqu'on empêche l'accès de l'air. Les résultats des observations ont montré que : 1^o le libre accès de l'oxygène empêche complètement la formation des ptomaines, la seule base obtenue dans ces circonstances étant l'ammoniaque. 2^o Sauf une exception, toutes les expériences concordent pour montrer que, d'après les quantités correspondantes de diamines formées, la formation la plus considérable de ptomaines a lieu quand l'oxygène est entièrement supprimé. 3^o Des observations furent aussi faites sur les résultats obtenus en prolongeant la durée de la putréfaction en l'absence complète de l'oxygène. Les résultats montrèrent que le treizième jour, les diamines formées étaient réduites au quart de la quantité existante dans la même quantité de liquide, le septième jour. 4^o Dans tous les cas, le seul composé aromatique obtenu était la cadavérine ($C^8H^{11}Az_2$). La putrescine ($C^4H^{12}Az_2$) n'existait qu'à l'état de traces. 5^o Les résultats d'observations sur les qualités des bases produites ne sont pas aussi nettes. Les symptômes d'empoisonnement les mieux définis furent obtenus par l'injection d'un liquide putréfié à l'abri de l'oxygène. Ils montrèrent de la prostration, de la diarrhée, et dans une autre occasion, une élévation de température. — **M. A. Mallock** : Mesures du module de Young pour les cristaux. — L'auteur a construit un appareil avec lequel on peut déterminer le module de Young sur de petits spécimens. Il a obtenu, pour un certain nombre de cristaux, les résultats suivants :

TABLE DES VALEURS DU MODULE DE YOUNG

Escarboucle 1.....	2,430 10 ¹²
Escarboucle (autre spécimen).....	2,372
Emeraude 1.....	2,076
Topazaine 2 (a).....	1,294
Topaze enfumée 1 (a).....	1,207
Fluorine 3.....	1,200
Fluorine 4.....	1,185
Topaze jaune 1.....	1,130
Topaze jaune 1.....	9,515 10 ¹¹
Topaze jaune 1 (b).....	8,80
Topazaine 2 (b).....	8,435
Quartz 5.....	7,46
Verre blanc dur.....	6,96

¹ La position des faces du cristal employé par rapport aux axes cristallographiques n'est pas connue. Les spécimens marqués (b) sont à angle droit avec ceux marqués (a).

² Cristal noir de l'Oural. (a) Section parallèle aux faces du prisme. (b) Section normale aux faces.

³ Parallèle à la diagonale du cristal cubique.

⁴ Parallèle aux faces du cube.

⁵ Parallèle aux faces du prisme.

Agate.....	6,381
Pierre blanche d'Arkansas ¹	5,85
Sélenite ²	5,505
Flint très lourd.....	5,165
Marbre bleu.....	3,20
Marbre blanc.....	1,1

— **M. James E. Keeler** : Sur les principales lignes du spectre des nébuleuses. Par l'étude de la nébuleuse d'Orion, M. Keeler a pu comparer la raie $H\beta$ de l'hydrogène avec la troisième ligne des nébuleuses et déterminer la véritable position de la principale ligne des nébuleuses. Il trouve que la position normale de cette ligne correspond à $\lambda 5005,93$ avec une erreur probable de 0,03. La position de la magnésie sur la même échelle est $\lambda 5006,36$, elle diffère donc de 0,43 dans la position normale de la ligne nébuleuse. De ces faits et d'autres analogues, l'auteur conclut qu'il n'existe aucun rapport entre la ligne des nébuleuses et celles du magnésium.

² SCIENCES NATURELLES. — **Professeur J. Wood-Mason et Surgeon-Alcock** : Sur les papilles utérines du *Pteroplatea micrura* et leurs relations avec l'embryon. Les auteurs ont trouvé que, dans le *Pteroplatea micrura*, nous avons un Batoïde qui développe un embryon simple dans un utérus muni d'une membrane muqueuse de structure complexe; et que, tandis que les caractères histologiques de certaines portions de la muqueuse utérine sont ceux des glandes à sécrétion, la disposition de ces portions glanduleuses montre, sans laisser de doute, que la majeure partie de leur sécrétion s'écoule dans le pharynx de l'embryon pendant son séjour dans l'utérus.

Richard A. GREGORY.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 20 mars 1891.

M. Pickering lit une note sur « la théorie de la dissociation des ions et ses conséquences ». Il montre que la théorie en vertu de laquelle les électrolytes sont entièrement dissociés en leurs ions dans les solutions très étendues, soulève une multitude d'objections. Pour n'en citer qu'une, il y a des cas où, en diluant encore plus une solution déjà étendue, on dégage de la chaleur : dans cette théorie, on devrait dissocier quelques molécules de plus, ce qui absorberait de la chaleur. Il conclut en montrant qu'il ne doit même pas y avoir, comme le voudrait une théorie de Clausius, quelques molécules décomposées en leurs atomes dans une solution. — **M. J. Swinburne** fait une communication sur « quelques points de l'électrolyse ». L'application du principe de Carnot à une pile réversible à un seul liquide donne la formule $E = E_0 + \frac{dE}{d\theta}$. E force électromotrice, E_0 part due à l'action chimique, θ température absolue. Si n et p se rapportent aux deux pôles, on peut écrire :

$$E_n + E_p = E_{nc} + E_{pc} + \theta \frac{dE_n}{d\theta} + \theta \frac{dE_p}{d\theta}$$

on peut, en plongeant les deux pôles dans deux vases différents, et les chauffant à différentes températures, déterminer séparément les effets Peltier $\theta \frac{dE_n}{d\theta}$ et $\theta \frac{dE_p}{d\theta}$.

La connaissance des données thermochimiques, obtenues dans des conditions qu'on aurait soin de bien préciser, pourrait être intéressante. Mais il faut, pour que la pile soit réversible, qu'il n'y ait pas d'action secondaire, et c'est ainsi que l'auteur attribue le rôle principal dans les piles secondaires à la formation du sulfate de plomb et non à la formation intermédiaire de PbO . Quant à la production de gaz dits « à l'état

naissant », un raisonnement fondé sur le principe de la conservation de l'énergie montre qu'ils n'existent pas. Dans l'expérience qui consiste à réduire le sulfate ferrique en présence de l'acide sulfurique par un métal comme le magnésium, il y a ou réduction du sel de fer, ou dégagement d'hydrogène : il y a entre les deux faits une relation d'alternative, non un rapport de causalité. — Sur la manière de voir de M. Lodge sur la force électromotrice de contact entre métaux, il observe que si la tendance à l'oxydation peut produire une tension électrique qui empêcherait toute action ultérieure, la combinaison actuelle doit charger le métal, s'il est isolé. Le sodium, en s'oxydant continuellement, se chargerait ainsi à un potentiel énorme, ce qu'on n'a jamais observé. Dans la discussion de ces notes, M. Pickering dit que les chimistes ne croient plus à l'état naissant et qu'il ne faut pas voir dans la prédominance d'une réaction sur une autre une simple question de quantités de chaleur, mais une sorte de sélection chimique. M. S. P. Thompson appelle l'attention sur le fait que la force électromotrice produisant l'électrolyse peut être prise pour mesure de l'affinité; il ne partage pas l'avis de M. Swinburne sur les piles secondaires; deux actions identiques aux deux pôles ne devraient rien ajouter à la force électromotrice, si l'on pouvait la calculer par les données thermochimiques. Le Président, sans être de l'avis du Dr Lodge, croit que l'oxydation d'un morceau de sodium isolé ne produirait pas, dans ses idées, une grande différence de potentiel, car il y a production de chaleur. — Le Professeur Perry lit une note « sur la variation de la tension superficielle avec la température ». L'application du principe de la conservation de l'énergie donne la relation $dH + dW = kdt + (t + T)dS$ pour un changement à volume constant; (dH chaleur absorbée, dW travail effectué, k chaleur spécifique à volume constant, t chaleur latente d'extension, T tension superficielle, S surface, t température); on en déduit que $T = c - bt$, c et b constants; et $l = bt$. Si c et b sont indépendants du volume spécifique, on a, à la température critique $t = \frac{c}{b}$. — **M. Blakesley** décrit un effet de la

température sur la tension superficielle, non encore signalé. En chauffant une extrémité du tube d'un niveau à bulle d'air, même à la main, on voit la bulle se déplacer immédiatement vers l'extrémité. — Le Professeur **S. P. Thompson** fait une communication sur les « pièces d'épreuve et les plans d'épreuves magnétiques. » Il montre, par des expériences directes faites avec la bobine plate et le galvanomètre balistique, que, dans la méthode d'arrachement (méthode du clou), la distribution magnétique est très fortement altérée par la présence de la pièce d'épreuve : le champ, après l'introduction de cette pièce, peut atteindre 4 ou 6 fois la valeur du champ primitif : on ne sait donc pas ce qu'on mesure; la méthode de la bobine plate exploratrice, ou plan d'épreuve magnétique, est seule correcte.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 19 mars 1891

M. J.-H. Gladstone : Réfraction et dispersion moléculaires de diverses substances. L'auteur compare, pour un grand nombre de substances organiques, la réfraction et la dispersion moléculaires observées, et celles que l'on peut déduire des valeurs déjà déterminées pour les éléments constituants. Le plus souvent il y a concordance, sauf dans certains cas où la différence est trop grande pour pouvoir être attribuée aux erreurs d'expérience; on est conduit à admettre alors une constitution spéciale pour les corps considérés. — **MM. Dunstan et W. Ince** : Contribution à l'étude des alcaloïdes de l'aconitine. 1^{re} partie. — Sur l'alcaloïde cristallisé de l'*Aconitum napellum*. — **M. Tutton** : Caractères cristallographiques de l'aconitine retirée de l'*Aconitum napellum*. — **M. B. Schryver** : L'asymétrie de l'azote dans les

¹ Pierre onctueuse à grain très fin.

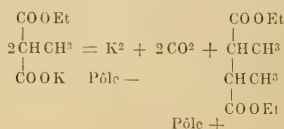
² Parallèle au clivage principal.

composés substitués de l'ammonium. L'auteur conclut que les composés des ammoniums quaternaires peuvent présenter des stéréo-isomères, dans lesquels la variation de forme cristalline est due à l'arrangement des radicaux éthyle, méthyle, isoamyle et chlore autour de l'atome d'azote. — M. **Perkin junior**: Acétylcarbinol. — L'acétate de potasse, en solution alcoolique, réagit sur la monochloracétone pour donner l'éther acétique de l'acétylcarbinol: $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{C}_2\text{H}_5\text{O}$. L'action du carbonate de baryte promet ensuite d'isoler l'acétylcarbinol. — MM. **W. Bishop** et **Perkin junior**: Action du dichloracétate d'éthyle sur le dérivé iodé du malonate d'éthyle. — MM. **Perkin j.** et **James Stenhouse**: Acide benzoylacétique et quelques-uns de ses dérivés. — MM. **Perkin j.** et **Bertram Prentice**: Synthèses effectuées à l'aide du pentane tétracarboxylate d'éthyle. — M. **Easterfield**: Oxydation du mannitol par l'acide nitrique.

SOCIÉTÉ ROYALE D'ÉDIMBOURG

Séance du 6 avril 1891.

Sir Douglas MacLagan lit une notice nécrologique du professeur **Campbell Swinton** sur lord Moncrieff. — Le professeur **Crum Brown** lit un mémoire qu'il a fait en collaboration avec le Dr **James Walker** sur la synthèse des acides bibasiques par électrolyse. Ils ont opéré déjà sur les sels éthylpotassiques des acides bibasiques. Ils étendent leurs recherches à un acide à chaîne latérale, l'acide méthylmalonique. L'électrolyse du sel éthylpotassique de cet acide donne de l'anhydride carbonique et un acide diméthylsuccinique symétrique :



L'acide diméthylsuccinique obtenu a, au point de vue de la disposition des carbones asymétriques, une constitution qui rappelle celle de l'acide tartrique. Le corps obtenu dans la réaction doit donc être un mélange d'acide inactif et d'acide corresponddant à l'acide racémique, c'est-à-dire inactif par compensation. Les auteurs sont arrivés, en effet, à séparer deux isomères, l'un fondant à 193° C, identique à l'acide paradiméthylsuccinique de Bischoff, l'autre à 120°, identique à l'acide antidiméthylsuccinique. L'électrolyse du sel éthylpotassique de l'acide éthylmalonique a donné de même deux acides diéthylsucciniques. — Le professeur **Tait** lit un mémoire sur le viriel et spécialement sur les lignes isothermiques de l'acide carbonique. Il montre que la manière dont on écrit ordinairement l'équation avec p ($v - \beta$) au premier membre (le terme $p\beta$ fait partie du viriel) est incorrecte, excepté en l'absence de forces moléculaires. La vraie forme de l'équation (approchée) est :

$$p = \bar{p} \left(1 - \frac{(\bar{v} - \bar{v}_c)}{v(v + \alpha)(v + \beta)} \right) + \left(R + \frac{c}{v + \alpha} \right) \frac{t - \bar{t}}{v},$$

où $\bar{p}$, $\bar{v}$, $\bar{t}$ sont les données caractéristiques du point critique. On déduit des expériences d'Amagat, les valeurs $\bar{p} = 72,6$ atm., $\bar{v} = 0,0046$, pour l'acide carbonique $\bar{t} = 30,9$ C. Les valeurs des autres constantes sont : $\alpha = 0,001$; $\beta = 0,008$; $R = 0,00371$; $c = 0,000021$. Avec ces nombres, la formule représente bien les isothermiques entre 0° et 100° pour des pressions de 1 à 500 atm. Elle repose sur une double hypothèse : 1° que les particules du corps sont des sphères solides ; 2° que la température absolue mesure l'énergie moyenne des

particules libres ; sa concordance avec l'expérience peut être regardée comme une preuve en faveur de la seconde de ces hypothèses.

W. PEDDIE,
Docteur de l'Université

SOCIÉTÉ PHILOSOPHIQUE DE MANCHESTER

Séance du 24 février 1891

M. **Osborne Reynolds** parle de la difficulté de calculer la force nécessaire pour des arbres de couche et leurs supports. Tant que les forces qui leur sont appliquées sont statiques, les méthodes de calcul actuelles suffisent, mais il n'en est pas ainsi pour des organes soumis à des vibrations. Si la vitesse de rotation d'un arbre vient à coïncider avec sa période de vibration naturelle, il quitte ses coussinets. M. Reynolds a calculé la période naturelle pour un arbre de couche dans le laboratoire d'Owens College et a soumis son calcul à l'épreuve au moyen d'un instrument très simple. Il consiste en une tige d'acier terminée par une boule et dont on peut régler la longueur effective en la faisant glisser horizontalement dans un trou percé dans une grosse tige de bois qui lui sert de support. On ajuste la tige d'acier, de façon qu'elle soit à l'unisson avec l'arbre de couche et l'on en détermine ensuite la période de vibration. — M. Reynolds a trouvé que pendant un brouillard épais, une nouvelle courroie de machine bien propre fonctionnant avec une vitesse de 65 à 80 kilomètres à l'heure est devenue tout à fait noire par un contact de quatre heures avec le brouillard. C'est ainsi que les trains se noircissent dans les tunnels. — M. **Faraday** lit un mémoire sur l'analogie entre les théories du bimétallisme et celle des ions.

Séance du 10 mars 1891.

M. **W. Brockbank** annonce qu'il a découvert à Frizington dans le Cumberland des couches de calcaire du *Spirorbis* analogue à celles que l'on a découvertes à Levenshulme près de Manchester. — M. **T. P. Kirkman** lit un mémoire sur la théorie des groupes.
P. J. HARTOG.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE SAINT-PÉTERSBOURG

Séance du 11 mars 1891.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **Backlund**, membre de l'Académie, présente, pour être publiés dans le « Bulletin » et dans les « Mélanges astronomiques » de l'Académie, les résultats de ses recherches sur le mouvement des petites planètes dont le mouvement moyen est à peu près le double de celui du Jupiter. L'on sait que cette question présente plusieurs difficultés ; or, M. Backlund a réussi à applanir ces difficultés en trouvant pour la détermination des orbites des planètes en question des formules fort simples et en même temps suffisamment approchées pour un temps assez long. Le calcul de ces orbites d'après la méthode de M. Backlund n'exige que le recours aux tableaux bien connus des transcendents de Laplace. Afin de vérifier ses formules le savant académicien les a appliquées au calcul de l'orbite de la planète *Hécube* ; il va dresser les tableaux qui s'y rapportent aussitôt qu'il aura terminé les calculs relatifs à l'apparition de la comète d'Encke, qui va avoir lieu dans le courant de cet été.

2° SCIENCES NATURELLES. — M. **Th. Schmidt**, membre de l'Académie, présente pour être publiée dans le « Bulletin » et les « Mélanges géologiques », une note sur les couches géologiques des îles *Oesel*, *Dago* et *Gotland* (dans la Baltique) qu'il accompagne des réflexions suivantes : « Il y a un an j'ai présenté, pour être publié dans les Mémoires de l'Académie, un rapport sur mon voyage en Suède fait dans le but de comparer

les couches supérieures du Silurien de notre île Oesel avec celles de l'île suédoise de Gotland. Afin d'éclaircir les dissentiments qui existent à propos de ces couches entre moi et le géologue suédois, le professeur Lindström, j'ai publié les premiers résultats de mes recherches dans le *Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Petrofotekunde*, en me réservant de publier le travail *in extenso* dans notre Bulletin. Cette publication a été retardée par l'apparition, vers la fin de l'année passée, d'un ouvrage de M. Dammes sur la structure géologique de l'île Gotland, ouvrage dans lequel le professeur berlinois, tout en cherchant à élucider les points en discussion entre moi et M. Lin-

ström, se range plutôt de l'opinion de mon savant adversaire. Dans la présente note j'ai tâché de répondre aux objections de M. Dammes et j'espère que la question sera définitivement tranchée après une prochaine excursion dans les îles que nous nous proposons de faire, M. Dammes et moi, cet été. » La note de M. Schmidt est accompagnée d'une carte géologique du bassin silurien russo-suédois qui occupe la plus grande partie de la Mer Baltique, depuis la côte de l'Estonie et l'île Oesel jusqu'à la côte suédoise située en face des îles Gotland et Oeland.

O. BACKLUND,
Membre de l'Académie.

CHRONIQUE

LES RECHERCHES DE MM. LOEWY ET PUISEUX POUR DÉTERMINER LA CONSTANTE DE L'ABERRATION

Les mémorables découvertes de Képler, de Newton et de Bradley conduisent à quelques relations d'une extrême simplicité, qui unissent entre eux les principaux éléments dont la connaissance importe à l'Astronomie. Tels sont les moyens mouvements des planètes, les grands axes de leurs orbites, les rapports de leurs masses à celle du Soleil, la vitesse de propagation des ondes lumineuses. La détermination numérique de ces grandeurs diverses ne constitue en réalité qu'un problème unique aux aspects multiples, et toute addition précise à nos connaissances sur les dimensions du système solaire a pour conséquence un progrès équivalent dans les autres branches de l'Astronomie.

On voit par là que la direction à donner aux recherches scientifiques ne doit pas être déterminée par l'intérêt immédiat que telle ou telle grandeur, considérée en elle-même, peut nous offrir. Un résultat, en apparence aride et d'une signification difficile à saisir, peut avoir des conséquences qui se fassent sentir dans toutes les parties de la science. Tous les éléments numériques du système du monde présentent donc aux yeux de l'astronome un égal intérêt, et il importe avant tout de discerner ceux dont la détermination peut s'effectuer avec la plus grande exactitude relative.

Dans cet ordre d'idées, trois catégories de recherches apparaissent :

1^{re} L'évaluation des masses, qui est du ressort de la Mécanique céleste.

2^{de} La détermination des distances ou des parallaxes, fondée sur les observations du Soleil et des planètes en divers lieux de la Terre.

3^e L'analyse des apparences qui résultent du mouvement de l'observateur et affectent les positions mesurées des étoiles fixes.

Il ne saurait entrer dans le cadre de cette chronique de présenter une esquisse, même abrégée, des travaux entrepris dans les deux premiers ordres de recherches. Pour atteindre dans la détermination des masses une précision supérieure à celle qui résulte des calculs de Hansen et de Le Verrier, il faudra réunir un nombre immense d'observations, attendre que l'effet des perturbations séculaires se soit accentué, se livrer à une discussion longue et délicate. Pour la recherche des parallaxes, on doit saisir les occasions favorables offertes par les oppositions de certaines planètes ou par les passages de Vénus sur le Soleil. Les dernières tentatives faites dans ce sens ont laissé après elles quelque déception et ne permettent pas encore aujourd'hui de fixer la distance de la Terre au Soleil avec la certitude que faisaient espérer il y a plus d'un siècle les travaux de Halley. M. Tisserand a publié dans le *xv^e* volume des *Annales de l'Observatoire* un intéressant résumé de ces recherches. Il arrive à la conclusion que la voie in-

directe, fournie par l'Astronomie stellaire, sera sans doute préférable.

Toutes les étoiles nous présentent, en effet, dans la suite de leurs positions apparentes, l'image des différents mouvements dont l'observateur est animé : rotation diurne de la Terre autour de son axe, circulation annuelle de la Terre autour du Soleil, déplacement d'ensemble du système solaire par rapport aux étoiles voisines, déplacement commun des étoiles formant avec le Soleil le Système de la Voie lactée.

Il est possible de séparer ces divers effets et de s'attacher spécialement à celui du mouvement annuel de la Terre.

On sait depuis Bradley qu'en vertu de ce mouvement, chaque étoile décrit dans l'espace d'une année une petite ellipse autour de sa position moyenne. La constante de l'aberration, c'est-à-dire la valeur du demi-grand axe de cette ellipse, est liée simplement à celle du grand axe de l'orbite terrestre et à la vitesse de la lumière. L'explication théorique du phénomène n'est pas encore dégagée de toute difficulté. On ne saurait douter cependant que la relation qui vient d'être indiquée ne soit exacte. On peut donc arriver à déterminer certains éléments du système solaire par l'observation d'étoiles éloignées, qui semblent n'avoir avec lui aucune connexion.

Les avantages de cette troisième méthode sont manifestes. Il ne s'agit plus, comme dans la recherche des masses, de mettre en œuvre des matériaux immenses, de lutter contre la complication et l'insuffisance des développements analytiques. On n'est pas, comme dans l'évaluation des parallaxes, à la merci de phénomènes rapides, exceptionnels, observés le plus souvent dans des conditions de visibilité imparfaite. On est toujours en mesure de déterminer soit les positions apparentes des étoiles, soit la vitesse de la lumière. Ces opérations peuvent être répétées autant de fois qu'il est nécessaire, et permettent d'utiliser toute la précision des appareils micrométriques.

Toutefois ce dernier avantage est plus apparent que réel, si l'on entend de fixer des positions absolues, c'est-à-dire de rapporter les étoiles à l'Équateur ou à l'horizon pris comme plans fondamentaux. Que l'on détermine la direction horizontale par la combinaison d'observations directes et réfléchies, la direction verticale par le nadir ou le niveau à bulle d'air, le lieu du pôle par les observations de circumpolaires, on augmente dans une forte proportion la longueur et la difficulté des mesures. L'obligation d'évaluer des arcs étendus entraîne celle d'étudier la flexion des lunettes, les erreurs de la division des cercles, l'orientation de leurs axes. L'exactitude des mesures faites exige que l'on tienne compte en toute rigueur de la réfraction. Ce n'est pas tout : les plans fondamentaux adoptés ne

sont pas invariables dans l'espace. Vu l'ignorance où nous sommes de la constitution intérieure du globe, la théorie du déplacement des pôles célestes doit emprunter ses principales données à l'expérience, et demeure toujours sujette à révision. Enfin l'invariabilité de la verticale d'un lieu par rapport à l'axe du monde est devenue l'objet de doutes très sérieux à la suite des résultats discordants qui se sont présentés dans la mesure des latitudes.

On voit quelle est la variété des problèmes que soulève la recherche de la constante de l'aberration. Aussi cette question a-t-elle exercé la sagacité des plus habiles astronomes, et servi, par sa difficulté même, de stimulant efficace pour le perfectionnement des méthodes et des appareils. Pour n'en citer qu'un exemple, c'est précisément une tentative de ce genre, faite à l'Observatoire de Berlin par M. Küstner, qui a donné une importance nouvelle à la question des latitudes géographiques. Cet élément, traité comme invariable dans toutes les recherches anciennes, serait sujet, dans l'opinion d'un grand nombre d'astronomes, à des fluctuations très appréciables, tant séculaires que périodiques. Ni M. Küstner, ni M. Nyren, qui ont le plus contribué à mettre en lumière ces variations apparentes, n'ont entrepris d'en fixer la loi. Il convient d'attendre le résultat du travail d'ensemble entrepris par les observatoires allemands ainsi que de l'expédition scientifique envoyée à cet effet dans l'Océan Pacifique. Mais ce simple aperçu donnera une idée de la complexité du problème et du nombre d'inconnues que l'on doit dégager ou mettre hors de cause si l'on veut déterminer la constante de l'aberration par des mesures absolues. Quelles que soient les précautions prises, les chiffres trouvés n'auront qu'une valeur provisoire, subordonnée à l'exactitude des hypothèses faites sur la réfraction, sur les déplacements de l'axe du monde et de la verticale.

Sans nul doute, c'est à cette complication fatale, à ce cortège embarrassant d'inconnues auxiliaires qu'il faut s'en prendre, si les déterminations faites à diverses époques offrent des discordances très supérieures à l'incertitude que chacune d'elles, prise à part, semble comporter. En 1843, W. Struve proposait de s'arrêter au chiffre 20",445 et accompagnait cette communication, faite à l'Académie de Saint-Petersbourg, du commentaire suivant : « Je suis persuadé que jamais, jusqu'à ce jour, aucun élément astronomique n'a été déterminé avec une précision égale. » D'autre part, les résultats de travaux récents, exécutés avec beaucoup de soin par MM. Nyren et Küstner, accusent un écart supérieur à 0",2, soit vingt fois l'erreur probable annoncée par W. Struve. De l'aveu des auteurs, il est indubitable que des causes d'erreur systématiques entachent encore les

résultats, et qu'aucune des méthodes suivies jusqu'à ces dernières années n'est à l'abri du même reproche.

Si l'on veut y échapper, il est indispensable d'abandonner l'étude des positions absolues pour celle des positions relatives. Mais ce changement radical de méthode est-il possible, et de telles mesures sont-elles propres à mettre en évidence l'effet de l'aberration, dégagée de toute autre inconnue ? On doit répondre affirmativement depuis que M. Lœwy a réduit à de simples pointés micrométriques, effectués dans le champ d'une lunette, l'étude des variations de distance de deux étoiles séparées par un arc étendu sur la sphère céleste. L'appareil qui sert à effectuer ces mesures est un double miroir-plan, taillé sur un bloc de verre unique en forme de prisme. Les propriétés de ce système optique ont fait l'objet de plusieurs communications à l'Académie des Sciences¹. La haute valeur du nouveau moyen d'étude a été unanimement reconnue par le monde savant.

Depuis, M. Lœwy et M. Puiseux ont exécuté une série d'études qui ont fait disparaître toutes les difficultés relatives à la théorie et à l'usage du double miroir. Une détermination complète de la constante de l'aberration a été entreprise dans le courant de 1890 et menée à terme dans un intervalle de dix mois. Les premières conclusions de ce travail viennent d'être présentées par MM. Lœwy et Puiseux à l'Académie, en attendant l'achèvement des calculs².

Dans l'esprit des auteurs, cette première campagne n'avait que le caractère d'une reconnaissance préalable, destinée à éclairer la route à suivre. Toutefois, l'examen des résultats permet de considérer la nouvelle recherche comme pouvant soutenir la comparaison avec tout ce qu'ont donné les anciennes méthodes. Dès aujourd'hui, les auteurs croient pouvoir énoncer les conclusions suivantes :

1^o Le chiffre donné par W. Struve en 1843 est très voisin de la vérité, et il serait encore prématuré de vouloir le modifier ;

2^o Les rayons réfléchis se comportent, au point de vue de l'aberration, comme les rayons directs. Cette constatation expérimentale confirme les vues théoriques émises en 1887 par M. Fizeau ;

3^o La nouvelle méthode pour la recherche de l'aberration peut être considérée comme fixée dans tous ses traits essentiels.

Une nouvelle application, faite en profitant de l'expérience acquise, permettra sans doute de répondre du centième de seconde sur la constante. Ce sera un progrès des plus sensibles dans la connaissance que nous possédons du Système du Monde.

LOUIS OLIVIER.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

AUGUSTE CAHOURS

Dans le développement scientifique qui sera l'une des gloires principales du XIX^e siècle, nulle science ne sera plus remarquée que cette portion de la chimie qui concerne les composés organiques. A l'obscurité, à la misère qui la caractérisaient au commencement du siècle, ont succédé des richesses presque infinies, un ordre incomparable qui prévoit presque tout. Les méthodes les plus ingénieuses, les plus délicates en même temps que les plus simples et les plus pratiques ont remplacé les grossières et difficiles opérations d'autrefois. De si grands progrès ont demandé les efforts de plusieurs générations d'hommes illustres et l'on peut s'étonner à bon droit qu'il n'en ait pas fallu davantage pour une pareille tâche. De ces hommes il en est peu auxquels

on puisse rendre l'hommage d'avoir autant contribué à ce résultat que Auguste Cahours. Dans les vastes traités d'aujourd'hui on retrouve partout son nom au commencement des chapitres, comme inventeur de nouvelles méthodes et créateur d'innombrables composés.

Né le 2 octobre 1813 à Paris, entré en sortant du lycée Henri IV à l'Ecole Polytechnique en 1833, il la quitta officier d'état major en octobre 1835. Mais la carrière militaire ne put plaire à cet esprit déjà sincèrement et profondément épris de science.

¹ Lœwy et PUISEUX, Comptes rendus Acad. des Sciences, 14 et 21 avril et 2 juin 1890.

² Comptes-rendus Acad. des Sciences, 16 mars 1891.

Au bout d'un an, malgré une situation assez précaire, il abandonnait cette carrière toute faite et embrassait, pour ne le plus quitter, l'état plus aventureux de savant. Il débuta comme préparateur de Chevreul au Muséum en 1836 et c'est une marque de la vivacité de son goût pour la chimie que les interminables et ennuyeuses opérations, auxquels son maître l'employa avec rigueur pendant 4 ans, ne purent le diminuer. Mais son inclination ne le laissait pas se plaire à ce genre d'occupations et le fit sortir bientôt de cette ornière. Un flacon d'huile de pomme de terre abandonné sur une étagère poussiéreuse fut l'occasion pour lui d'un brillant travail de début (1839) et quelque temps après de son passage dans le laboratoire où Dumas présidait à de si brillantes découvertes.

Dans ce travail Cahours montrait que la portion principale de l'huile de pomme de terre était constituée par un nouveau corps bien défini, de propriétés semblables à celles de trois alcools déjà connus (l'éthyl, les alcools éthylique et méthylque) et lui donnait le nom d'alcool amylique. La notion de série ressortait avec évidence de l'existence de ce quatrième terme alcoolique et l'importance de ce travail fut tout de suite appréciée à sa valeur. A partir de ce moment et jusqu'à son départ de l'Ecole Polytechnique en 1882, il ne cessa de publier des études, la plupart devenues classiques et le point de départ de recherches aussi nombreuses que l'alcool amylique, sa première découverte, devait en susciter.

Il serait impossible de tout citer ici, je dois me contenter d'esquisser les points principaux.

Ses travaux sur les essences, débuts de tant d'admirables mémoires sur les combinaisons aromatiques, datent de 1841, avec Gerhardt, sur l'essence de cumin. Il étudia seul les essences d'anis, de badiane, de fenouil, l'huile de gaultheria, plus tard celle de girofle. Ces recherches poursuivies de longues années furent interrompues plusieurs fois et l'amènèrent à la découverte d'un nombre considérable de dérivés, du mode d'éthérisation des phénols, de certains cas d'isomérisie qui ont contribué pour une large part à l'éclaircissement de ces fonctions mixtes et n'ont été clairement expliquées qu'à la longue.

Ces essences d'anis, de fenouil, de badiane sont en effet, pour la plus forte portion, constituées par un produit, l'aldéhyde anisique, qui se rattache étroitement aux composés les plus importants de la série aromatique. C'est en effet l'aldéhyde méthylparaoxybenzoïque; par oxydation il fournit l'acide anisique ($C_9H_7OClH_3$, CO^2H) isomère des salicylates de méthyle ($C_9H_7OClH_3$, CO^2CH_3), de l'acide méthylsalicylique ($C_9H_7OClH_3CO^2H$), de l'acide oxytoluïque ($C_9H_7OClH_3$, OH , CO^2H), etc; l'étude de ce corps, de ses dérivés menait à la conception de fonctions avec plus de clarté et de facilité qu'en aucun autre cas peut-être. Les dérivés nitrés, leur transformation en acides amidés indiquaient, avec plus de netteté encore, l'existence de ces composés à fonctions mixtes. Aussi ne peut-on exagérer la lumière que ces recherches ont jetée sur nombre de points alors incertains. Ces isomérisies si nettes de produits de même formule, de même fonction, se dédoublant en donnant les mêmes composés, posaient de nombreuses questions que la théorie de Kekulé devait résoudre avec tant d'éclat. L'étude de l'essence de gaultheria que Cahours montra formée de salicylate de méthyle et qu'il reproduisit de toutes pièces se rattachait ainsi étroitement aux mêmes questions.

C'est aussi de ses premières années de laboratoire qu'il faut dater (1845) le travail mémorable, tant de fois et si justement cité, sur les anomalies des densités de vapeur de quelques acides gras au voisinage de leur point d'ébullition. Il y montrait que cette densité normale à haute température et répondant comme nous dirions à deux volumes de vapeur, augmentait à basse température plus qu'on n'avait pu jusqu'alors le prévoir. Plus tard il revint sur ce sujet en 1847, en 1863 au sujet d'une autre classe de faits (densité du perchlo-

ture de phosphore, des chlorhydrates d'hydrocarbures, des sels ammoniacaux), qui ont exercé le plus l'attention et l'ingéniosité des chimistes et n'ont trouvé qu'avec peine leur signification véritable. On sait, en effet, quelle énorme importance a, pour la chimie d'abord mais encore et autant pour la science en général, la question des densités de vapeur. Cahours était le premier à montrer qu'il existait des anomalies régulières de ces densités. Il indiquait que décroissantes d'abord, ces densités, dans le cas des corps stables, ne tardaient pas à devenir constantes. Il en concluait avec raison que, lorsqu'on les trouvait variables, il fallait en inférer un changement de la molécule. Ces conséquences restent aujourd'hui telles que Cahours les avait alors tirées. On ne peut faire un plus bel éloge de ce travail après que tant de savants souvent illustres ont examiné la question.

De 1848 et 1849 sont ses recherches sur l'action du perchlorure de phosphore sur les composés organiques qui introduisirent en chimie un réactif fréquemment usité et donnaient la préparation classique d'une classe importante de composés, les chlorures des radicaux d'acides, dérivés chlorés correspondant aux aldéhydes aromatiques, etc. On sait en effet combien le perchlorure de phosphore a été employé pour déceler dans les molécules organiques les *oxydryles* ($-OH$); l'importance des dérivés chlorés qu'il obtenait si aisément dans ce travail ne saurait non plus s'exagérer, tant leur emploi s'est depuis généralisé grâce à leur facile obtention.

De 1847 est le début de ses belles études sur les dérivés bromés et pyrogénés que l'on peut retirer de l'acide citrique. A l'heure qu'il est, dans ce fourmillement de composés organiques qui pullulent sous les mains des chimistes, il est facile d'être injuste pour les fondateurs de cette science. Il faut relire leurs mémoires, se remettre dans ce milieu obscur, pauvre et pourtant encombré, pour juger sagement du progrès qu'ils réalisèrent.

Les mémoires de Cahours sur les stannéthyles, esquissés avec M. Riche, repris et développés plus tard seul, mirent la lumière dans une question embrouillée et furent d'une grande importance pour les questions alors si débattues de la valence, des équivalents et des poids atomiques. C'est ce même ordre d'idées qui le guida dans ses autres travaux sur les combinaisons organo-métalliques, arsines, stibines, plombéthyle, etc, sur les sulfines, auxquels l'avaient amené peut-être des études antérieures (1847) sur les polysulfures alcooliques.

On sait en effet qu'à cette époque beaucoup de chimistes, occupés un peu exclusivement peut-être de la chimie du carbone, pensaient que chaque corps simple devait avoir une valence ou capacité de saturation (faculté d'attirer un certain nombre d'atomes) unique, ou tout au moins de parité constante. Les recherches sur les composés organométalliques semblaient indiquer qu'au moins pour beaucoup d'autres corps métalliques fort différents il en était encore ainsi. Elles montraient en outre que les combinaisons de ces métaux devaient (à moins de forcer les analogies les plus évidentes) être rapportées à 4 volumes de vapeur (aujourd'hui nous dirions 2) comme les composés organiques bien définis. Il n'en fallait pas tant pour expliquer l'intérêt qu'elles présentaient, sans parler du fait encore rare à ce moment de voir des corps comme l'étain, le soufre, l'arsenic, l'antimoine former dans certains cas des alcalis caustiques, comparables à la potasse ou à la soude.

Vinrent ensuite les découvertes de la pipéridine, du xylène, d'importants mémoires sur les acides amidés, où se trouve la première synthèse d'un acide amidé gras, celle du glycocole, sur le furfural, sur les acides sulfonés, les aldéhydes sulfurés, etc. Entre temps se placent des collaborations fructueuses, comme le mémoire sur les matières azotées neutres de l'organisme où avec Dumas il abordait l'étude des albuminoïdes si

complexe et aujourd'hui encore si ténébreuse, malgré les belles recherches de M. Schutzenberger et de tant d'autres. Les deux collaborateurs y montraient l'analogie des produits végétaux et animaux, mettant une sorte d'unité dans la vie intime de tous les êtres vivants. Plus tard, rapprochés par une passion commune, Cahours avait lié avec M. Hoffmann, l'illustre savant allemand, une étroite amitié et, attiré par lui, alla passer à plusieurs reprises quelques mois en Angleterre. Cette amitié qui dura jusqu'à sa mort donna lieu à la découverte de l'alcool allylique, à de belles études sur les phosphines qui mirent alors en lumière tout l'intérêt de l'intéressante découverte de Paul Thénard.

C'est aussi en collaboration avec Pelouze qu'il publia son examen des pétroles d'Amérique; des mémoires sur les phosphines, sur certaines combinaisons de l'éther cyanique furent faits avec M. Gal; de belles recherches sur la nicotine avec M. Etard; les combinaisons butyliques de l'étain, certains pétroles et acides gras dont ils dérivent, furent examinés avec M. Demarcay.

On n'aurait cependant qu'une idée imparfaite de l'activité de Cahours si l'on se bornait à considérer ses mémoires originaux. Le professorat qu'il aimait tint une large part dans sa vie. Nommé répétiteur à l'Ecole centrale en 1838, à peu près à la même époque, professeur suppléant à l'Ecole d'application des tabacs, c'est là qu'il débuta dans la carrière professorale; il aimait souvent à parler de ces lointains débuts qui lui avaient laissé de gais souvenirs. En 1843, il devint professeur à l'Ecole centrale en remplacement de Dumas et garda cette position jusqu'en 1872. Il y laissa le meilleur souvenir tant auprès des élèves qu'auprès de ses collègues et des directeurs de l'Ecole. Il professait en effet avec passion, et cette ardeur, jointe à de vives convictions, au feu de son débit et à son extrême clarté, (qualité qui, chez lui, passait avant toutes les autres), assura partout à son cours un succès éclatant. Il éveilla ainsi chez bien des élèves le goût d'une science dont l'attrait avait lui leur était demeuré tout à fait étranger. A l'Ecole Polytechnique, il retourna en qualité de répétiteur en 1841; il y devint examinateur de sortie en 1852 et professeur enfin en remplacement de Regnault en 1871. Dans tous ces postes, sa science, son talent de professeur et enfin sa justice et son indulgence le firent regretter universellement lorsqu'il les quitta définitivement en 1881. Il a laissé son enseignement dans ces deux écoles dans des deux traités de chimie. Ces volumes, où se reflètent les idées de l'époque où ils ont paru, se font remarquer par la qualité maitresse de l'enseignement de Cahours, je veux dire la clarté: cette qualité, si nécessaire dans les plus hauts enseignements de la science, ne peut guère y régner dans l'obscurité où nous enferme notre ignorance; elle s'achète, dans des cours moins élevés, au prix d'une certaine allure schématique imprimée à l'enseignement tout entier. Il faut savoir reconnaître que tout l'enseignement est à ce prix et ce n'est que bien plus tard que l'on peut aborder, avec la critique, toutes les lacunes, toutes les obscurités, toutes les contradictions qu'elle doit signaler dans nos sciences humaines. Mais jamais Cahours ne fut à proprement parler un polémiste; alors même que ses travaux, ses idées penchaient vers une hypothèse, il n'abandonnait pas pour cela complètement l'hypothèse contradictoire. Il pensait que toute supposition trouvée bonne renferme quelque part de vérité, qu'il est dans la nature d'étranges conciliations qui étonnent les savants, et que, dans une certaine mesure, il est de leur devoir de garder au prix de contradictions apparentes le souvenir des aspects sous lesquels leur est apparue d'abord l'ombre de la vérité. Au fond il préféra toujours un travail bien fait à la plus belle théorie; sans vouloir écarter les hypothèses, il les considéra toujours comme

l'accessoire et le côté variable de la science. On ne saurait dire qu'il ait eu tort.

Les brillants travaux de Cahours avaient depuis longtemps attiré sur lui les honneurs les mieux mérités. Membre des Académies de Pétersbourg, de Berlin, membre d'honneur de nombreuses sociétés savantes, Commandeur de la Légion d'honneur, il vit s'ouvrir pour lui les portes de l'Académie des Sciences en 1868, le 11 mai. C'était là son désir le plus cher, le couronnement d'une lointaine ambition. Mais, malgré cette joie, à peu près à la même époque, sa vie fut attristée par les plus cruels malheurs. Il s'était marié et avait eu deux fils. Il eut la douleur, de 1867 à 1871, de perdre coup sur coup son frère, puis sa femme et enfin ses deux fils, arrivés à l'âge de 23 ans. Il ne put se relever de pareils chagrins et bien que, plus tard, il se fût remarié pour mettre dans sa solitude les affections et l'animation d'une nouvelle famille; on ne devait jamais revoir l'homme d'avant ces années néfastes. Depuis longtemps d'ailleurs, une cruelle et presque continue maladie était venue continuer par ses attaques persistantes le travail qu'avait commencé le chagrin, et quand la mort vint le prendre, il l'attendait sans peur depuis des années, peut-être même la trouvait-il bien lente.

Je parlais plus haut de l'indulgence que Cahours savait allier à la plus stricte justice dans ses fonctions d'examinateur à l'Ecole Polytechnique. C'est, en effet, le côté le plus saillant de sa personnalité morale que son extrême bonté et ses vives affections. Incapable de tenir rancune (par bienveillance plus encore que par religion) à un solliciteur, je l'ai vu s'employer pour des gens qui venaient de le desservir. Il poussait le dévouement à ses dernières limites pour ses amis et ses élèves. Toujours prêt à les aider de ses conseils, de son appui auprès de ses nombreux amis, de sa bourse même, et plus ardent s'il fallait lutter pour eux que s'il s'agissait de lui-même. A cette bonté, et sans doute c'en était une conséquence, s'alliait une grande tolérance, tant au point de vue scientifique qu'au point de vue religieux. Cahours était, en effet, très sincèrement et profondément catholique, et ces idées furent un appui réel et bien précieux pour lui dans les cruels malheurs qui assombrirent si profondément son existence. Mais, quelque vif et convaincu que fût son sentiment religieux, il n'en fut jamais détourné de ceux qui pensaient autrement que lui. Cette tolérance s'étendait aux questions scientifiques qui le passionnèrent pourtant toujours; prêt à discuter et à admettre la discussion quiconque lui paraissait de bonne foi et de capacité à y prendre part, il n'usa jamais des prérogatives de l'âge et de la position pour imposer une opinion. La largeur de sa bonté sut toujours pardonner une divergence de vues, même lorsque n'était pas à son avantage et attaquait les opinions qu'il avait le plus défendues. Toujours modeste pour ses travaux, prêt à encourager ses élèves, à exalter leurs mérites, tel m'a paru cet excellent Maître, ce grand savant dont le nom vivra et sera respecté pour ses découvertes et sa largeur de cœur.

Eugène DEMARÇAY.

Notre distingué collaborateur, M. J. Thoulet, professeur de Minéralogie à la Faculté des Sciences de Nancy, fera, pendant le second semestre scolaire, un cours libre d'Océanographie à la Faculté des Lettres de Paris. L'enseignement de l'Océanographie, depuis longtemps officiel en Allemagne, va faire ainsi sa première apparition dans l'Université de France. Jusqu'alors il n'avait été l'objet, dans notre pays, que de conférences, données par M. J. Thoulet, en dehors de l'Université, et sous les auspices de l'Amiral Mouchez, directeur de l'Observatoire, aux officiers de marine détachés à l'Observatoire de Montsouris.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

SUR DEUX APPAREILS NOUVEAUX DE MÉCANIQUE

La transformation des mouvements est le problème essentiel de la cinématique. Les systèmes articulés sont les organes les plus simples qui concourent à la solution de ce problème. Ce sont ceux que l'industrie préfère en raison de leur précision, de leur solidité, de la facilité de la construction, qui en réduit considérablement le prix de revient.

Dans certains cas même une solution approchée, obtenue avec des systèmes articulés, est préférée à une solution rigoureuse qui exigerait des mécanismes plus délicats ou plus compliqués. De là l'intérêt qui s'est originairement attaché à la réalisation de mouvements donnés au moyen de systèmes articulés.

Plus tard, suivant en cela l'évolution commune à toutes les branches des mathématiques, ce but utilitaire a été perdu de vue, et les systèmes articulés ont fait l'objet de recherches théoriques de l'ordre le plus élevé. Cette dernière phase de l'évolution est relativement récente; elle a eu pour origine les recherches sur le mouvement rectiligne d'un point. C'est, en effet, un caractère bien particulier de cette doctrine que la réalisation du mouvement le plus simple est celle qui a coûté le plus d'efforts. Depuis Watt on en cherchait la solution : certains avaient eu en démontrant l'impossibilité. Lorsque Peaucellier, en 1867, puis Hart et Kempe donnèrent plusieurs solutions de ce problème si étudié.

Le plus simple de ces appareils est celui de Hart, mais il est moins commode que celui de Peaucellier. L'appareil de Hart n'exige que cinq tiges articulées mobiles, et celui de Peaucellier sept.

On s'est proposé bien d'autres problèmes au sujet des systèmes articulés; le pantographe en est un exemple des plus curieux et des plus répandus. Mais toutes les questions que l'on a traitées jusqu'ici ont pour objet des mouvements dans le plan; aucune n'a pour but un mouvement dans l'espace.

En transportant à l'espace les systèmes articulés, le problème acquiert plus de variété; on peut, en effet, se proposer de décrire au moyen de tiges articulées non seulement des courbes, mais encore des surfaces déterminées. A cet égard le premier problème à résoudre, qui correspond tout à fait à celui résolu par Peaucellier, c'est le suivant : *guider au moyen de tiges articulées le mouvement d'un point dans l'espace, de sorte qu'il décrive un plan.*

La solution de ce problème est contenue dans la remarque suivante due à M. Darboux : *Si trois points E, G, H d'une même tige T (fig. 1) décrivent respectivement des sphères dont les centres A, C, D soient sur une même droite T', tout autre point M de la tige T décrit une sphère dont le centre M' est un point de la droite T'; en particulier il y a un point P sur la tige T dont le centre de la sphère correspondante est à l'infini sur la droite T', en sorte que ce point P décrit un plan normal à la droite T'.*

Voici comment nous avons réalisé cet appareil. La droite T' est figurée par une tige de laiton (fig. 1 et fig. 2) : des tiges AE, CG, DH sont reliées à cette tige T' au moyen de joints à la Cardan, de sorte que les axes de ces trois tiges peuvent tourner librement autour des points A, C, D. Les extrémités E, G, H des tiges sont reliées par un procédé identique aux points E, G, H de l'axe d'une tige de laiton

mobile qui figure la droite T. L'extrémité de cette tige, terminée par un style, décrit librement¹ un

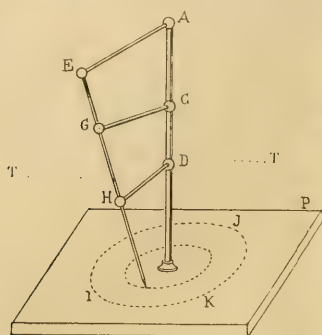


Fig. 1. — ACD figurent la tige fixe T'; EGH la tige mobile T; AE, CG, DH les tiges qui relient les deux tiges T et T'. IJK est le cercle limite extérieur de la zone décrite par l'extrémité du style.

plan représenté par une planchette sur laquelle la tige ACD (ou T') est calée perpendiculairement. On a donné à cet appareil le nom de *planigraphe*.

On observera que cet appareil ne renferme que quatre tiges articulées mobiles, fait bien remarquable si l'on songe que le plus simple des appareils à ligne droite, celui de Hart, contient cinq tiges mobiles.

Faisons encore remarquer que cet appareil conduit à une description de l'ellipsoïde au moyen de tiges articulées. Si, en effet, trois points P, P_1, P_2 d'une tige S décrivent respectivement trois plans rectangulaires, on sait depuis longtemps que tout point M de la tige S décrit un ellipsoïde dont ces plans sont les plans principaux. On assujettira le point P à rester dans un plan au moyen de quatre tiges mobiles en articulant à la Cardan au point P la tige S avec l'extrémité de la tige d'un planigraphe; de même pour les points P_1 et P_2 . On guidera donc le mouvement de la tige S au moyen de douze

tiges articulées, et en y joignant S, on voit qu'il faudra TREIZE tiges articulées pour décrire par points un ellipsoïde¹.

Le second appareil dont je voudrais parler est d'un tout autre genre que le précédent. Il est sans doute, comme lui, fondé sur des propriétés cinématiques, mais il n'a pas simplement pour objet la réalisation des éléments géométriques d'un mouvement; il a pour but de représenter complètement, *en y comprenant le temps*, le mouvement d'un corps solide.

Apparemment, pour représenter complètement le mouvement d'un corps solide, le mieux serait de placer le corps dans les conditions naturelles, et de l'abandonner ensuite aux forces qui doivent produire son mouvement. C'est aussi ce que l'on fait dans certaines expériences bien connues sur la rotation des corps; exemple, la toupie, le gyroscope. Mais dans ces représentations naturelles on est forcément limité par une foule de circonstances qui altèrent la sincérité des expériences, et dans tous les cas les rendent très éphémères. Il est im-

possible, dans ces expériences, d'obtenir avec une exactitude et une durée suffisantes la réalisation des circonstances théoriques; certaines sont même entièrement irréalisables.

Puisque donc on ne peut produire aisément par des procédés dynamiques certains mouvements que le calcul nous permet de concevoir, mais que la Nature est trop rebelle à réaliser,

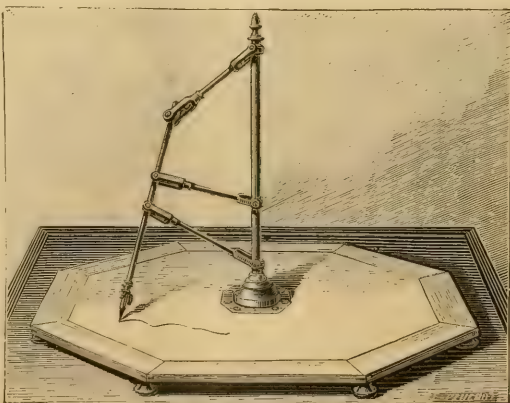


Fig. 2.

on est conduit à les engendrer avec une précision mathématique au moyen d'appareils cinématiques, qui transforment dans le mouvement voulu un mouvement plus facile à produire, par exemple un mouvement de rotation uniforme. Et quand nous

¹ En réalité, par suite des limites dans lesquelles est contenu l'appareil et son mouvement, l'extrémité de la tige décrit une zone comprise entre deux cercles concentriques.

¹ En se servant des appareils de Hart, il en faudrait onze pour une ellipse. Mais si l'on remarque que le milieu I du segment AB dont les extrémités décrivent les axes de l'ellipse, décrit un cercle concentrique à l'ellipse, on peut guider le mouvement de AB de la façon suivante: un appareil de Hart pour guider le point A, et une manivelle pour guider le mouvement de I; en tout sept tiges. Cet appareil permettrait de transformer un mouvement rectiligne en un mouvement rectiligne rectangulaire au premier.

disons mouvement, nous n'entendons pas seulement les éléments géométriques, les trajectoires, mais encore la loi même du mouvement, celle qui relie les éléments géométriques au temps.

Par exemple, on pourrait chercher à construire un appareil cinématique qui, mû par un rouage d'horlogerie d'allure uniforme, forcerait un point à décrire une ellipse suivant les lois de Képler. On aurait ainsi une réalisation cinématique du mouvement des planètes.

Peut-être les problèmes de ce genre offriraient-ils quelque intérêt, car leur solution fournirait en quelque sorte un diagramme vivant de l'allure normale des machines.

Poinsot, on le sait, est le premier qui se soit posé des questions de cet ordre, à propos du mouvement d'un corps solide tournant librement autour d'un point fixe O (fig. 3). Considérant l'ellipsoïde central E relatif à ce point, Poinsot remarqua que dans tout le cours du mouvement, l'ellipsoïde E roule sur un plan fixe P , et que si M désigne le point de contact du plan et de l'ellipsoïde à un instant donné, d'abord OM est l'axe instantané de rotation, et ensuite la vitesse angulaire instantanée autour de OM est précisément proportionnelle à la longueur de OM . Le lieu de M sur l'ellipsoïde est une courbe gauche fermée, appelée par Poinsot *polhodie*; le lieu de M dans le plan est une courbe compliquée, dont les spires tournent autour du point O' , projection du point O sur le plan P , et qui ne se ferment généralement pas. Cette courbe a été appelée par Poinsot *herpolhodie*.

Le roulement d'un ellipsoïde sur un plan est aisé à réaliser; ce qui l'est moins, c'est de s'arranger de telle sorte qu'à chaque instant la vitesse angulaire autour de OM soit proportionnelle à OM . Voici comment cette condition a pu être réalisée:

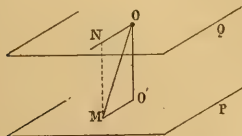


Fig. 3.

Menons par le point O un plan Q parallèle au plan fixe P , et projetons le point de contact M en N sur ce plan Q . Menons ON . Dans le cours du mouvement, ON change soit dans le corps, soit dans l'espace. Dans le corps il décrit un cône C du second ordre (non de révolution), et, dans l'espace il décrit le plan Q . Or la rotation instantanée autour de OM peut se décomposer en une rotation autour de OO' (perpendiculaire aux plans parallèles

P et Q) et en une rotation autour de ON . Ces rotations sont proportionnelles respectivement à OO' et à ON . La première est donc constante; désignons-la par α .

La rotation instantanée se compose ainsi d'une rotation constante α autour de OO' , et d'une rotation autour de ON , proportionnelle à ON . Supposons alors que le plan Q soit animé d'une rotation uniforme α autour de OO' , et que le cône C roule sur ce plan avec une vitesse angulaire proportionnelle à ON ; le mouvement ainsi défini sera le même que celui dont le corps est supposé animé, en sorte que pendant le mouvement, pendant le roulement de l'ellipsoïde central sur le plan P , le cône C , entraîné par le corps, roulera sur le plan Q , tandis que celui-ci sera animé d'un mouvement uniforme de rotation sur lui-même. Si par le moyen d'un engrenage le cône C et le plan Q sont assujettis à rouler l'un sur l'autre, le plan Q tournera uniformément sur lui-même, et fournira une représentation du temps à la façon d'une véritable horloge. Mais alors disposons ainsi les choses: d'abord construisons un ellipsoïde E (ou une polhodie), que nous assujettirons à rouler sur un plan P (fig. 4), tandis que le centre O de l'ellipsoïde restera fixe; ensuite figurons le cône C comme le primitif d'un engrenage sphéro-conique qui viendra engrener avec une roue plane dont le profil sera un cercle D du plan Q , ayant O pour centre; supposons le cône C invariablement lié à l'ellipsoïde (ou à la polhodie de contact, qu'il est seul utile de représenter); enfin, par un mouvement d'horlogerie imprimons au cercle D un mouvement uniforme de rotation. Que va-t-il arriver? Le cercle D , en tournant, engrenera avec le profil du cône C , celui-ci entraînera la polhodie qui roulera sur le plan P , et possèdera à chaque instant la vitesse angulaire proportionnelle à OM , comme le veut la loi de Poinsot.

C'est cet appareil qui a été construit. La remarque relative à la rotation uniforme du plan Q est due à Poinsot, qui proposa de représenter le mouvement en faisant rouler le cône C sur le plan Q animé d'une rotation uniforme. M. Sylvester a ensuite montré que les deux représentations de Poinsot sont des cas particuliers d'une infinité d'autres, dans lesquelles un ellipsoïde homothétique à un ellipsoïde homofocal à l'ellipsoïde central roule sur un plan parallèle au plan P et animé d'une rotation uniforme. Mais à M. Darboux revient le mérite d'avoir remarqué qu'il suffit d'employer simultanément les deux représentations de Poinsot pour obtenir une réalisation cinématique complète de toutes les circonstances mécaniques du mouvement d'un corps solide.

Je n'insisterai pas sur les détails de construction,

qui ont exigé beaucoup de tact et de savoir de la part du constructeur, M. Château.

La réalisation de l'ellipsoïde eût été pénible, coûteuse et peu précise; nous avons préféré figurer la polhodie. Cette courbe est le lieu des extrémités d'une série de points d'acier dont les axes sont les génératrices du cylindre elliptique qui contient la

a été ajouté pour diminuer le travail produit par le poids de l'appareil (fig. 5). Sans cela tout eût été illusoire dans le jeu de l'instrument, dont tout l'intérêt repose sur une rotation parfaitement uniforme du cercle D. Un volant muni d'ailettes régularise ce mouvement.

On obtiendrait sans doute plus de régularité en

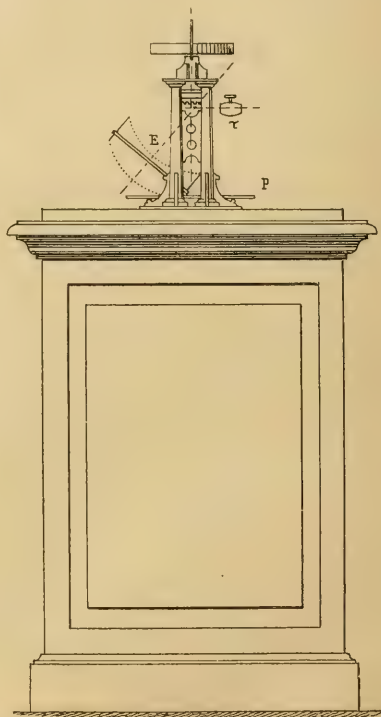
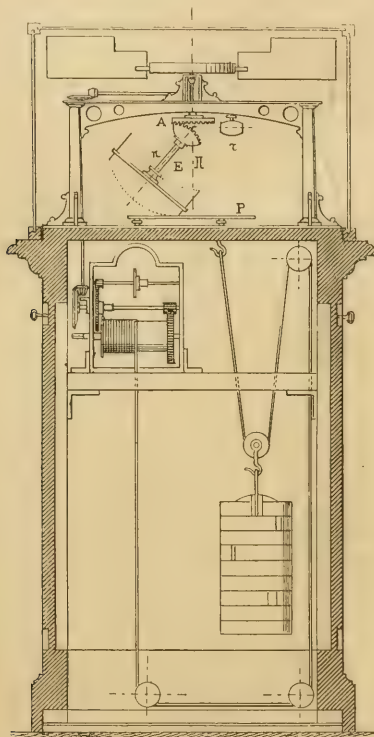


Fig. 4. — A, engrenage formé du cercle D et de la roue gauche trace du cône C sur une sphère concentrique; E, équipage mobile constitué par l'ensemble de la roue gauche et de la polhodie rouante; P, plan sur lequel roule la polhodie; τ , contrepoids destiné à relever le centre de gravité de l'équipage et à le maintenir dans un plan horizontal sensiblement fixe. Dans le haut de la figure on voit un volant muni de deux grandes ailettes régulatrices (Voir fig. 5).

polhodie. Les points viennent mordre sur une plaque métallique qui figure le plan P.

L'engrenage qui produit le roulement du cône consiste en une roue horizontale dont le primitif est dans le plan Q; le cône C n'est pas figuré, il suffisait de représenter et de construire la courbe sphérique de ce cône qui roule sur le cercle D; cette courbe sphérique est une conique sphérique; elle constitue le primitif d'une roue gauche qui vient engrener avec D.

Enfin l'équipage formé de la roue gauche et de la polhodie est suspendu à la Cardan, par l'extrémité de son axe, au point fixe O. Un contre-poids

introduisant un pendule à échappement dans le mouvement d'horlogerie qui anime le cercle D.

L'appareil, tel qu'il a été construit, peut fonctionner plus de 20 minutes. En réduisant de moitié ce laps de temps, on obtiendrait encore plus de précision et de régularité.

Je terminerai par une remarque relative aux limites entre lesquelles peut varier la vitesse angulaire. La loi de la vitesse étant le but essentiel de l'appareil, je devais souhaiter que les variations en fussent assez sensibles pour être perçues à l'œil. Malheureusement il se trouve qu'on est très limité à cet égard. Si l'on fait rouler sur un plan un

ellipsoïde *quelconque* dont le centre demeure fixe, suivant la loi de Poinso, c'est-à-dire avec une vitesse angulaire proportionnelle au diamètre du point de contact, le rapport de la plus petite valeur de la vitesse angulaire à la plus grande peut prendre toutes les valeurs voulues entre 0 et 1. Il suffit de choisir convenablement l'ellipsoïde et le plan sur lequel il roule. On peut ainsi obtenir des variations de vitesse angulaire allant du simple au double ou au quintuple et très facilement perceptibles.

Mais, dans le cas du mouvement d'un corps solide, l'ellipsoïde roulant est un ellipsoïde d'inertie et si a , b , c sont les longueurs de ses demi-axes rangées dans l'ordre décroissant, on sait que l'on a :

$$\frac{1}{c^2} < \frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2};$$

Cette inégalité limite le choix que l'on peut faire de l'ellipsoïde roulant, et il arrive que le rapport de la plus petite valeur de la vitesse angulaire à la plus grande est alors nécessairement compris entre 1 et $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ⁽¹⁾. On peut, du reste, réaliser des conditions qui s'appro-

chent autant qu'on le veut de ces deux limites.

On peut prendre $\frac{7}{10}$ pour valeur approchée de $\frac{1}{\sqrt{2}}$, et dire que la vitesse angulaire dans le mouvement d'un corps solide ne varie pas de plus des $\frac{3}{10}$ de sa valeur maximum, soit $\frac{1}{2}$ de cette valeur.

La variation, on le voit, est assez faible, et demande forcément, pour être perçue, une attention un peu soutenue.

On pourrait rendre la variation plus sensible en faisant rouler un ellipsoïde quelconque; mais on n'aurait plus alors à proprement parler la représentation du mouvement d'un corps solide.

L'inégalité

$$\frac{1}{c^2} < \frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2}$$

a donc pour effet, d'une part, comme on sait, de supprimer les inflexions dans l'herpolhode, et d'autre part d'assurer une certaine stabilité à la valeur de la vitesse angulaire.

L'instrument que je viens de décrire et qui a reçu le nom d'*herpolhodographe*, a figuré à l'Exposition universelle de 1889. Un modèle appartient à la Faculté des Sciences de Paris; d'autres ont été construits pour l'Ecole Polytechnique, le Conservatoire des arts et métiers et plusieurs Universités étrangères.

G. Kœnigs,

Maître de Conférences
à l'Ecole Normale et à la Sorbonne.

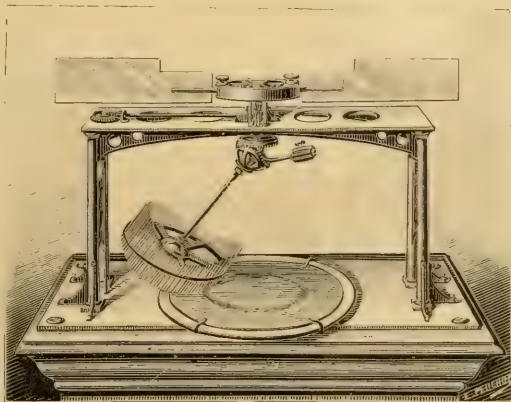


Fig. 5

THÉORIE GÉNÉRALE DES MATIÈRES COLORANTES

ET DE LEUR FIXATION SUR LES FIBRES TEXTILES

Parmi les corps simples ou composés, certains jouissent de la propriété de réfléchir également tous les rayons lumineux : ce sont les corps *blancs* s'ils sont *opaques*, ou incolores s'ils sont transparents. D'autres absorbent indistinctement tous les rayons lumineux : ils sont *noirs*. D'autres enfin absorbent

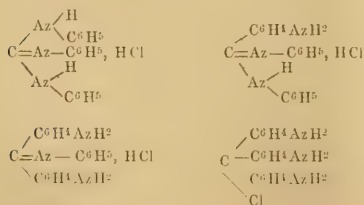
une partie des rayons lumineux dont se compose la lumière blanche et en réfléchissent une autre : ils sont *colorés*. La couleur de ces corps se compose de la résultante des rayons lumineux réfléchis. Parmi les corps simples, nous en avons qui sont incolores, tels que les gaz oxygène, hydrogène, azote; d'autres sont colorés, tels que le chlore, le soufre, le cuivre et quelques métaux. Certains d'entre eux sont incolores ou blancs dans un cer-

¹ J'ai démontré ce fait dans le *Bulletin de la Société mathématique de France*, tome XVIII, p. 163 et p. 431.

tain état physique, colorés ou noirs dans d'autres. Ainsi le carbone est incolore et transparent comme diamant, noir à l'état de graphite ou de charbon; l'argent est blanc quand il est fondu ou poli; il est noir à l'état finement précipité; il en est de même pour beaucoup d'autres métaux. Le phosphore existe sous une modification blanc-jaunâtre, une rouge et une grisâtre (cristallisée). Quant aux combinaisons, celles de certains éléments sont toutes, ou à peu près toutes, colorées; telles sont celles du chrome, du nickel, du cobalt et de quelques autres métaux. D'autres éléments fournissent surtout des combinaisons blanches ou incolores, à moins qu'ils ne soient unis à un élément qui leur apporte la propriété colorante; tels sont les métaux alcalins, alcalino-terreux et quelques autres.

Parmi les corps organiques qui contiennent les éléments carbone, hydrogène, oxygène, azote et parfois certains autres, la plupart sont incolores. Les carbures d'hydrogène, les corps organiques les plus simples, sont tous incolores; ceux que l'on considérerait comme colorés étaient généralement souillés de petites quantités d'impuretés. Parmi les corps contenant de l'oxygène à côté du carbone et de l'hydrogène, certains sont colorés; enfin les colorants les plus nombreux contiennent en plus de l'azote¹.

La couleur des corps, surtout des corps organiques, est évidemment en relation très étroite avec l'arrangement des atomes dans la molécule; car nous connaissons un grand nombre de substances colorées dont il existe des isomères blancs ou incolores. On connaît, par exemple, quatre corps de la formule $C^{10}H^{18}AzCl$; deux sont incolores, le troisième est jaune orange; le quatrième est vert à l'état solide, rouge intense en solution. Ce sont les chlorhydrates de la triphénylguanidine, de l'amidine paramidobenzoïque, de la diamidobenzophénone-phénylimide et de la pararosaniline; leurs constitutions, qui ont été établies avec certitude, s'expriment par les quatre formules suivantes :



¹ Il paraîtrait néanmoins que la matière colorante de la carotte rouge, la carotène, est un hydrocarbure de la formule $C^{20}H^{38}$; d'après les recherches récentes de M. Arnaud, la carotène ne contient pas d'oxygène. (*Bulletin de la Société chimique*, LXXXVIII, p. 64.)

I

La plupart des matières colorantes organiques, presque toutes, appartiennent à la série aromatique ou pyridique, quelques-unes à la série du furfure, du thiophène ou du pyrrole; à peu près toutes paraissent contenir un noyau d'atomes en enchaînement annulaire.

La plupart sont transformées par les agents réducteurs en dérivés incolores, « leucodérivés », qui, sous l'influence des oxydants, régénèrent en général le colorant primitif. MM. Graebe et Liebermann, qui dès 1868¹ firent remarquer ce fait, en conclurent que dans les corps colorés, l'enchaînement des atomes devait être plus intime. Ainsi la quinone jaune, dans laquelle on admettait deux atomes

d'oxygène liés entre eux $\text{C}^6\text{H}_4 \begin{array}{c} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{array}$, se transforme par réduction en hydroquinone $\text{C}^6\text{H}_4 \begin{array}{c} \diagup \text{OH} \\ \diagdown \text{OH} \end{array}$ blanche; l'azobenzol, qui est orangé $\begin{array}{c} \text{C}^6\text{H}_5\text{Az} \\ || \\ \text{C}^6\text{H}_5\text{Az} \end{array}$ donne l'hydrazobenzol, qui est également blanc.

La connaissance plus approfondie de la constitution des matières colorantes que nous avons acquise depuis vingt ans, a confirmé d'une manière générale les idées de Graebe et Liebermann, ainsi que le fera voir la comparaison des formules de quelques colorants avec celles de leurs leucodérivés, bien que nos vues actuelles sur la nature des quinones diffèrent de celles qu'avaient les auteurs en question. Tandis que la quinone, d'après eux, appartenait au type des peroxydes.



la plupart des chimistes la considèrent maintenant comme une dicétone dérivée de la dihydrobenzine :



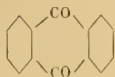
La formule de l'hydroquinone reste, d'autre part, ce qu'elle était :



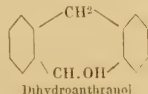
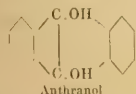
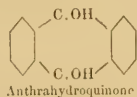
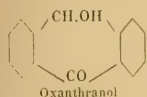
¹ *Deut. Chem. Gesell.* 1, p. 106.

Tous les produits de substitution des quinones sont colorés, tandis que les dérivés correspondants des hydroquinones sont incolores.

Les quinones de structure plus compliquée, comme l'antraquinone



ne donnent pas seulement par réduction des hydroquinones simples, mais des produits de constitution plus compliquée, tels que



dont les dérivés hydroxylés ne sont plus des matières colorantes ou seulement des colorants d'une intensité beaucoup moindre. Le caractère chimique de l'antraquinone diffère d'ailleurs sous beaucoup de rapports de celui des quinones ordinaires.

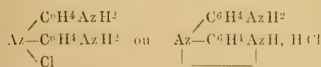
Les matières colorantes azoïques, pour ainsi dire inconnues en 1868, et dont le nombre est devenu maintenant extrêmement considérable, dérivent toutes d'une manière plus ou moins directe, du type



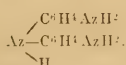
où R et R' sont des radicaux aromatiques substitués. Par réduction, elles se transforment en produits incolores dérivés du type



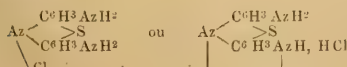
Les indamines dont le prototype est



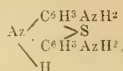
donnent des leucodérivés de la forme



De même les thi-indamines (violet de Lauth, bleu de méthylène)



donnent par réduction



La rosaniline donne la leucaniline :

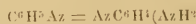


Nous pourrions multiplier les exemples à l'infini : ceux que nous venons de citer, empruntés à diverses classes de colorants, suffiront pour montrer la généralité de cette loi.

Des idées précises sur les rapports entre la constitution chimique de ces corps et leur couleur furent émises pour la première fois par M. Otto N. Witt¹. Les hydrocarbures sont incolores; par l'introduction de certains groupes tels que AzO², Az=Az, O—O, Az—AzH, etc., que l'auteur appelle *chromophores*, ils acquièrent la propriété de pouvoir fournir des colorants, ils deviennent des *chromogènes*. Ainsi la nitrobenzine, C⁶H⁵ (AzO²) l'azo-benzol C⁶H⁵Az = AzC⁶H⁵, la quinone C⁶H⁴ (O²), la phénazine C⁶H⁴  C⁶H⁴, etc., sont des chromogènes.

Les chromogènes eux-mêmes sont en général peu colorés, et ne montrent aucune affinité pour la fibre. Ils deviennent colorants par l'introduction des groupes salifiables OH et AzH²; et ceux-ci, en même temps qu'ils leur donnent une coloration intense, rendent possible leur union avec la fibre textile. D'autres groupes salifiables, tels que SO²H et COOH, ne possèdent cette propriété qu'à un très faible degré. M. Witt propose d'appeler les deux groupes OH et AzH², exaltant la couleur et le pouvoir colorant, groupes « auxochromes » (*auxochrome*, augmenter).

Le nombre des groupes chromophoriques, ainsi que des groupes auxochromes, influe considérablement sur le pouvoir tinctorial des corps. Ainsi les phénols mononitrés sont des colorants faibles, tandis que le trinitrophénol (acide picrique) est un colorant intense. Le monamidoazobenzol



a un pouvoir tinctorial bien moins intense que le diamidoazobenzol C⁶H⁵Az = AzC⁶H³(AzH²)² (chrysoidine) et que le triamidoazobenzol



(brun de Bismarck, de Manchester).

¹ Deut. Chem. Gesell. 9, p. 522, 1876.

La coloration est en général beaucoup plus intense si le colorant est à l'état de sel que s'il est libre. L'acide picrique est jaune clair, les picrates sont jaune orange; la rosaniline libre est incolore, tandis que ses sels monoacides sont verts à l'état solide, rouges en solution; mais, chose curieuse, les sels triacides ne présentent qu'une couleur jaune peu intense.

Si le caractère salifiable des groupes auxochromes est détruit, pour l'amide AzH^2 par acétylation, pour l'hydroxyle OH par éthérification, le pouvoir colorant disparaît, et le corps reprend en général la couleur du chromogène ou même une teinte moins intense.

Tous les chromogènes, par le fait qu'ils contiennent des groupes auxochromes, ne deviennent cependant pas nécessairement des matières colorantes ayant la propriété de se fixer sur la fibre. Tels sont les divers isomères de l'alizarine. Nous reviendrons plus loin sur ce fait extraordinaire, qui cependant a trouvé, jusqu'à un certain point, son explication, grâce surtout aux recherches de M. de Kostanecki ¹.

II

Mais avant de discuter ces anomalies, précisons ce que l'on nomme *pouvoir tinctorial* d'un corps, et en général ce que l'on entend par *teindre*. La meilleure définition nous paraît être celle donnée par Chevreul : « L'art de teindre consiste à imprégner aussi profondément que possible le linceux, la soie, la laine, la peau, de matières colorées qui y restent fixées *mécaniquement* ou *par affinité chimique*, ou à la fois *par affinité* et *mécaniquement*. »

Ajoutons que pour qu'il y ait réellement *teinture*, il faut que le colorant soit fixé de telle manière qu'il ne soit pas éliminé par lavage. La teinture est dite *solide* au savon, aux alcalis, aux acides, si ces agents n'enlèvent pas le colorant, *solide* à la lumière, si elle ne pâlit pas et ne se détruit pas sous l'influence de cet agent.

Du coton plongé dans une solution de bichromate de potasse, en sort jaune; mais un lavage à l'eau enlève complètement le sel, dont la solution était seulement absorbée par capillarité. Il n'y a pas teinture. Si au contraire on plonge dans le même sel un échantillon de laine, il en sort jaune, et le lavage n'enlève pas la totalité du sel absorbé; il y a teinture.

Si l'on plonge dans une solution de carmin d'indigo, d'un sel de rosaniline ou de certains autres colorants artificiels, des tissus de soie, laine, coton et lin, ils en sortent colorés. Au lavage

les fibres végétales abandonnent complètement le colorant, tandis que les fibres animales le retiennent; elles sont teintes.

L'adhésion mécanique d'un colorant au tissu par l'entremise d'un agent fixateur, tel qu'un vernis, une huile siccatrice comme dans la peinture à l'huile, l'albumine usitée dans l'industrie des toiles peintes, n'est pas une teinture non plus.

L'impression des couleurs au moyen d'un épaississant neutre (amidon, gomme), qui est éliminé dans les opérations subséquentes, repose sur les mêmes principes que la teinture; c'est une teinture locale.

Voyons maintenant quelques exemples des divers modes de teinture cités par Chevreul :

1° *Teinture par imprégnation mécanique*. — Si l'on manœuvre de la laine dans des bains contenant en suspension et à l'état finement divisé des corps tels que l'outremer, le vert de Guignet, le vermillon, etc., on obtient des nuances, très claires il est vrai, mais inaltérables. Le colorant est absorbé mécaniquement par les pores des fibres. Le bleu-tage du linge, usité dans les ménages, en est un autre exemple tout à fait frappant.

2° *Teinture par imprégnation chimique*. — Si l'on plonge pendant quelques heures des étoffes de laine, de soie ou de coton dans une dissolution d'un sel de peroxyde de fer, elles en sortent colorées en brun. Elles ont enlevé au bain une certaine quantité de sesquioxyde de fer, car dans la solution restante on trouve que la proportion relative d'acide est plus forte que primitivement. Le tissu, par affinité chimique, a enlevé à la solution une partie de son oxyde; il s'est teint en peroxyde de fer.

Avec un sel d'alumine basique, le phénomène est le même, bien qu'il ne se manifeste par aucun changement de couleur, à cause de la nuance blanche de l'alumine. Aussi bien que dans le cas du fer, on est en droit de dire que le tissu *s'est teint* en alumine.

Il en sera de même pour les sels de sesquioxyde de chrome, et en général pour les sels des oxydes de la formule M^2O_3 . Quant aux sels de protoxyde MO, sels de cuivre, de fer au minimum, etc., ils sont fixés, surtout à l'état de tartrates, par la laine et la soie, mais peu ou pas par les fibres végétales. Les protoxydes peuvent cependant se fixer, comme nous le verrons, mais par affinité chimique et mécaniquement à la fois, par précipitation sous une forme insoluble.

Non seulement les sels métalliques peuvent être absorbés par la fibre et y adhérer d'une manière résistante au lavage, mais il en est de même pour certaines substances organiques, en particulier pour les tannins et les sels des acides oxyléiques

¹ Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse 1888 et 1889.

ou oxystériques, connus dans l'industrie sous le nom de « sulfoléates ».

Le coton se teint en tannin et en acide sulfoléique; mais ici, comme pour l'alumine, la teinte blanche des corps en question empêche le phénomène d'être visible.

Enfin un grand nombre de substances organiques colorées se fixent sur les fibres en leur communiquant les teintes les plus variées. Vis-à-vis de ces substances, les fibres d'origine végétale et animale montrent des différences très marquées et caractéristiques pour chacune de ces deux classes.

En effet un nombre très considérable de colorants se fixent directement, sans intervention d'aucun autre agent, sur la fibre animale, en bain neutre ou acide, quelquefois, mais plus rarement, en bain légèrement alcalin. Tels sont les dérivés nitrés des phénols et des amines, les matières colorantes azoïques basiques et acides, les dérivés du triphénylméthane basiques, acides et sulfonés, certaines phtaléines, les amidophénazines, les safranines, les thioindamines, les dérivés phénaziniques (bleu de Meldola, galloxyanine), les dérivés phénylacridiniques (phosphine), les dérivés quinoléiques, les hydrazines, les cétonimides (auramine), et parmi les couleurs naturelles le carmin d'indigo, le rocou, la berbérine, le safranum, le curcuma, l'orseille, le cachou.

La plupart de ces colorants ne se fixent que peu ou point sur les fibres végétales. Les couleurs se fixant directement sur la cellulose sont en nombre relativement restreint : certaines matières azoïques amidées, le brun de phénylène-diamine, les chrysoidines, le bleu de méthylène, les safranines; et encore la fixation n'est-elle pour tous ceux-ci que très imparfaite. Enfin un grand nombre de dérivés azoïques de la benzidine, du diamidostilbène, de la paraphénylène-diamine, du diamidoazobenzol, de la déhydrothiitoluidine et de leurs homologues, la canarine (produit d'oxydation des sulfoxyanures), les couleurs sulfurées de Croissant et Bretonnière, et, parmi les couleurs naturelles, le curcuma, le rocou ou orléans, le safranum, le cachou, se fixent directement et d'une manière solide sur les fibres végétales.

Il existe, en dernier lieu, un certain nombre de colorants, qui, aussi bien sur soie et laine que sur coton, ne se fixent que peu ou pas, ou bien ne donnent que des nuances faibles et de peu de valeur, mais qui se fixent, en donnant des nuances à la fois solides et belles sur la fibre teinte, ou, comme on dit en terme d'atelier, « mordancée », au moyen d'oxydes métalliques, en particulier d'alumine, d'oxyde ferrique et d'oxyde de chrome. Ce sont certaines phtaléines, les dérivés de l'antraquinone (alizarine, purpurine, etc.), de l'antra-

quinoléine (bleu d'alizarine), et presque tous les colorants naturels.

On a désigné les colorants qui teignent directement la fibre animale sous le nom de *substantifs*, et ceux qui ne teignent que la fibre préalablement mordancée sous le nom d'*adjectifs*. M. Hummel¹ se basant sur le fait que les couleurs substantives ne donnent jamais qu'une seule teinte, et les couleurs adjectives, au contraire, suivant la nature de l'oxyde métallique, des teintes différentes, désigne les premières sous le nom de *monogénétiques*, les secondes sous le nom de *polygénétiques*. Ainsi la fuchsine teint toujours en rouge; l'alizarine, au contraire, donne avec l'alumine des rouges, avec le fer des violets et des noirs, avec le chrome des grenats, avec l'urane des gris et des noirs, avec l'étain des oranges, avec le nickel des violets clairs.

Certains colorants se fixent à la fois directement sur soie et laine, et, par l'intermédiaire de mordants, sur coton; tels sont la galloxyanine et certaines matières azoïques carboxyliques.

Parmi les couleurs mentionnées ci-dessus nous n'avons pas encore parlé de l'indigo; son mode de fixation est spécial, mais repose en somme sur les mêmes principes. L'indigo, par lui-même, est insoluble dans les dissolvants usuels; mis en suspension dans l'eau, il n'est absorbé que très faiblement par la fibre, à peu près comme les poudres métalliques (ocre, vermillon, etc.,) dont nous avons parlé plus haut. Sous l'influence des réducteurs, l'indigo se transforme en leucodérivé soluble dans les alcalis et facilement réoxydable à l'air. Si, dans la solution de l'indigo réduit on plonge un tissu quelconque, d'origine animale ou végétale, il se teint en indigo blanc; si on l'expose ensuite à l'air, l'indigo blanc se réoxyde à la surface et à l'intérieur de la fibre à l'état d'indigo bleu, qui y reste intimement fixé et n'est plus éliminé ni par le savon ni par les alcalis ou les acides. Quelques autres matières colorantes peuvent, d'une manière semblable, se fixer par la *cure*, par exemple l'indophénol et le bleu d'alizarine, mais ce mode opératoire n'est usité que pour l'indigo, seul ou mélangé avec l'indophénol. La teinture en noir d'aniline se rapproche aussi, jusqu'à un certain point, de celle en indigo.

Les matières colorantes substantives que nous avons énumérées plus haut comme ne teignant pas le coton, peuvent cependant être fixées sur cette fibre après mordantage préalable.

Si le coton, par l'action des oxydants, a été transformé en *oxycellulose*, il acquiert la propriété d'attirer les matières colorantes basiques.

Comme le tannin, l'acide sulfoléique, les oxydes

¹ *The dyeing of textile fabrics*, p. 147.

métalliques, certaines matières colorantes substantives ont aussi la propriété d'attirer d'autres colorants, de se teindre une seconde fois. La nuance obtenue est généralement la résultante de celles des deux colorants. Nous proposons d'appeler ce genre de fixation *teinture secondaire*. Le mordantage rentrerait dans la *teinture primaire*; la fixation de toutes les couleurs à mordants appartiendrait à la *teinture secondaire*. Ces définitions nous semblent avoir l'avantage de montrer l'analogie entre la teinture des couleurs substantives et la fixation des mordants.

Des colorants fixés par teinture secondaire peuvent encore attirer un second colorant; ainsi la laque violette d'alizarine et de fer peut se combiner au violet de méthyle en donnant une laque triple plus brillante (en terme d'atelier, remontage).

La laque rouge d'alizarine, d'alumine et de chaux, un peu terne, peut attirer l'acide sulfoléique et donner une laque quadruple plus brillante, plus solide. Enfin l'étoffe imprégnée de celle-ci, bouillie dans une solution de savon additionnée de sel d'étain, absorbe encore de l'étain.

3° *Teinture par imprégnation mécanique et chimique simultanées*. — Nous avons vu plus haut qu'en plongeant un tissu dans la solution d'un sel ferrique basique et le lavant ensuite, il reste imprégné de peroxyde de fer et teint en jaune ocre. Si, au lieu de le laver à l'eau, on le passe en savon ou en alcali (ou en un sel dont l'acide forme avec l'oxyde ferrique un sel insoluble), il sera teint également, mais la nuance sera beaucoup plus foncée, et à l'incinération on pourra constater que la quantité d'oxyde ferrique fixé est beaucoup plus considérable.

Au lieu de précipiter l'oxyde ferrique sur la fibre par un passage alcalin, on peut encore procéder autrement. On imprègne le tissu de la solution d'un sel *ferreux*, à acide volatil, en particulier d'acétate ferreux, puis on l'expose à une douce chaleur humide. Sous l'influence oxydante de l'air, le sel ferreux passe à l'état de sel ferrique basique; celui-ci perd encore par dissociation, à l'air humide et chaud, une partie de son acide et se transforme en un sel très basique insoluble que le lavage n'enlève plus. Par un dernier passage en bouse, craie et silicate, phosphate ou arséniate alcalin, on fixe enfin les parties du sel que l'exposition à l'air seule n'aurait pas rendues insolubles.

La fixation de l'alumine s'effectue d'une manière analogue; seulement il n'y a pas *oxydation* lors de l'exposition à l'air humide et chaud.

Les oxydes des métaux tels que le plomb, le nickel, le cuivre, ne se fixent pas directement, sont toujours précipités sur le tissu par un passage

en alcali ou en un sel avec l'acide duquel ils forment une combinaison insoluble.

On fixe de même par insolubilisation les acides stannique, tungstique, sulfoléique, le tannin.

III

La fixation des colorants mentionnés dans la deuxième catégorie, fixation que nous considérons comme un phénomène chimique, est envisagée par certains auteurs comme un phénomène plutôt physique, dû à l'*attraction moléculaire* de la fibre. Ils assimilent la fixation des sels ou oxydes métalliques et des matières colorantes à l'absorption des mêmes substances par les corps poreux comme le noir animal. Ce dernier ne retire pas non plus en général un sel métallique de sa solution sans l'altérer; le plus souvent le liquide contient plus d'acide qu'avant, ce qui prouve que le sel absorbé est un sel plus basique. D'autres corps finement divisés comme la silice gélatineuse, la terre d'infusoires, le soufre précipité, le sulfate de baryte, se laissent teindre également; on peut même sur la terre d'infusoires ou le sulfate de baryte, fixer d'abord un mordant et teindre ensuite au moyen d'un colorant adjectif; mais, il faut bien le dire, les nuances sont toujours beaucoup plus claires que celles obtenues sur la fibre.

Un argument sur lequel s'appuient tout particulièrement les adversaires de la théorie chimique de la teinture, est qu'il n'y a aucun rapport constant entre le poids de la fibre et le poids du colorant. On peut teindre avec un colorant toute la gamme des nuances, depuis la plus claire jusqu'à la plus foncée. On pourrait répliquer qu'il en est de même des alliages: on peut fondre ensemble bien des métaux en proportions quelconques, et cependant il existe entre eux des combinaisons définies. L'alliage à proportions arbitraires est la dissolution d'un ou plusieurs de ces composés définis dans un excès de l'un des métaux ou dans l'un des alliages. De même sur la fibre teinte il pourrait y avoir une ou plusieurs combinaisons définies mélangées à un excès de la fibre. La structure histologique de celle-ci s'oppose déjà à une combinaison tout à fait uniforme; la partie extérieure d'une fibre est toujours teinte d'une manière plus intense que le noyau. La quantité de matière colorante qu'une fibre peut absorber varie essentiellement avec la nature de la fibre et la nature du colorant.

Les arguments qui parlent *en faveur* de la théorie chimique de la teinture, arguments très concluants à notre avis, sont nombreux; les principaux sont les suivants:

Les colorants basiques ou acides se fixent sur la fibre non avec la coloration de la base ou de l'a-

cide, mais avec celle du sel. Vis-à-vis de la base, la fibre animale fonctionne comme un acide, vis-à-vis de l'acide comme une base. Si l'on teint un échantillon de soie ou de laine dans une solution incolore de la base rosaniline, le tissu prend, d'après M. Jacquemin, la teinte rouge des sels de rosaniline.

Étant donnée la composition chimique des fibres animales, ces actions s'expliquent assez bien. Ces fibres appartiennent au groupe des substances *protéiques*, qui paraissent être des amido-acides compliqués, ayant à la fois les fonctions base et acide.

La cellulose, ayant plutôt un caractère alcoolique, n'attire directement que certains oxydes métalliques, des acides comme le tannin et l'acide sulfolique; elle est indifférente vis-à-vis de la plupart des colorants. Si on la transforme en oxycellulose, elle acquiert la propriété de fixer directement les colorants à caractère basique; mais elle se montre plus rebelle vis-à-vis des colorants acides ou phénoliques.

Quant au mécanisme de la fixation des colorants teignant directement la cellulose, nous ne le connaissons aucunement. Il paraîtrait que c'est une simple juxtaposition des éléments, comme dans la formation des sels doubles, de la combinaison du sucre avec certains sels métalliques, etc.

Un grand nombre de matières colorantes à caractère acide ou phénolique donnent avec les oxydes métalliques des précipités, des *laques* insolubles dans l'eau. Si l'oxyde métallique est fixé sur le tissu et qu'on plonge celui-ci dans un bain contenant le colorant, souvent l'oxyde l'attire; c'est le cas de l'alumine qui se teint en alizarine sur le tissu. Mais tous les oxydes n'agissent pas de même, les sels de magnésium précipitent l'alizarine; mais la magnésie, une fois sur le tissu, n'attire pas cette couleur. Enfin, les isomères de l'alizarine, qui donnent des laques, ne sont pas fixés par les étoffes mordancées.

Pour qu'un colorant teigne les mordants, la condition essentielle est que ses laques soient absolument insolubles. Mais, même s'il en est ainsi, il y a des différences marquées, comme, par exemple, entre l'alizarine et ses isomères. La cause de ces différences nous est absolument inconnue. Cependant, dans ces derniers temps, on est arrivé à établir certaines régularités touchant la fixation des colorants sur les mordants. MM. Liebermann et de Kostanecki¹ ont observé que, de tous les dérivés hydroxyliques et de l'antraquinone, il n'y a que ceux qui ont deux groupes hydroxyles OH en position ortho qui teignent les mordants. C'est le

cas pour l'alizarine, mais pour aucun de ses sept isomères connus.

M. de Kostanecki a étendu ces observations; il a démontré¹ que tous les colorants possédant deux groupes OH en ortho se fixent sur les mordants. Cette règle paraît tout à fait générale. Si dans les dérivés orthohydroxylés de la benzine, les plus simples, la pyrocatéchine et le pyrogallol, on introduit un groupe chromophorique tel que AzO^2 , on a des colorants teignant les mordants.

Disons, pour terminer, quelques mots sur les conditions dans lesquelles les matières colorantes se fixent sur la fibre :

La teinture réussit généralement mieux à chaud; nous croyons que cela vient du fait que les sels des colorants sont dissociés à chaud et qu'alors la base colorée se fixe plus facilement sur la fibre. Dans le cas des colorants acides, cela pourrait provenir, comme pour l'alizarine, de leur solubilité plus grande à chaud.

Les colorants basiques, qui se trouvent dans le commerce en général sous la forme de chlorhydrates ou de chlorozincates, se teignent le plus souvent en bain neutre. L'affinité de la fibre animale ou de la fibre végétale mordancée au tannin (fixé ensuite à l'émétique), est telle que le sel est décomposé; la base s'unit à la fibre fonctionnant comme acide, ou à la laque stibiottannique. Pour certaines bases énergiques, comme celle du vert méthyle, l'affinité de la fibre de laine n'est plus suffisante; on alcalinise le bain à l'ammoniaque. Pour la soie cela n'est pas nécessaire.

Les colorants à caractère faiblement acide, ou *phénolique*, ne se fixent en général que sur mordant métallique; quelques-uns (gallocyanine) teignent directement la fibre animale ou le coton mordancé au tannin.

Les colorants à caractère acide, qui se trouvent dans le commerce à l'état de sels alcalins, teignent le coton mordancé en nuances peu solides; sur la laine et la soie ils se fixent sans mordant, mais à la condition que le bain soit acide, c'est-à-dire que l'acide coloré soit mis en liberté. L'affinité de la fibre fonctionnant comme base n'est, en effet, pas suffisante pour décomposer les sels alcalins du colorant.

Quant aux couleurs de benzidine, elles sont fixées sous forme de leurs sels alcalins sur la fibre végétale.

(La suite prochainement.)

E. Noelting,

Directeur de l'École de Chimie de Mulhouse.

¹ Ann. der Chemie, vol. 240, p. 245.

¹ Bull. Soc. Indus. de Mulhouse, 1888-1889.

L'OMBRE PUPILLAIRE

MESURE DE LA MYOPIE, DE L'HYPERMÉTROPIE ET DE L'ASTIGMATISME

Peu de médecins se servent de l'ophtalmoscope; la plupart n'en possèdent même pas; cela tient à la difficulté qu'il y a de voir la rétine et à tirer avantage de cet examen sans un exercice préalable assez long. Le procédé que nous allons décrire, imaginé par M. Cuignet, de Lille, et perfectionné par M. Parent et M. Leroy, permet au contraire, sans étude spéciale et sans apprentissage, de diagnostiquer avec grande précision l'état de réfraction d'un œil. Avec un peu d'habitude on arrive à une rapidité d'observation qu'aucune autre méthode ne donne. On conçoit les services que ce mode d'examen peut rendre aux médecins et en particulier à nos confrères de l'armée; c'est ce qui nous a engagé à écrire cet article, le phénomène de l'ombre pupillaire étant encore très peu connu en dehors des ophtalmologistes.

I

Pour bien faire ressortir les avantages de la méthode de M. Cuignet, indiquons en quelques mots les procédés subjectifs employés autrefois pour reconnaître la myopie ou l'hypermétropie.

Il fallait, après avoir éclairé le fond de l'œil à l'aide de la lumière réfléchiée par le miroir de l'ophtalmoscope :

1° Voir nettement la rétine.

2° Placer devant l'œil observé une série de verres convergents ou divergents de puissance allant en croissant d'une façon régulière, jusqu'à ce qu'un verre déterminé ne permit plus de voir nettement la rétine, dont l'image était encore nette avec le verre précédent.

3° De ce verre, de la distance de l'œil observé à l'œil observateur et de l'état d'accommodation de ce dernier, conclure au degré de myopie ou d'hypermétropie de l'œil observé.

On voit combien l'opération était compliquée; d'ailleurs il n'est pas donné à tout le monde de voir la rétine sans de laborieuses études; enfin il faut être absolument maître de son accommodation.

Dans la méthode de M. Cuignet, on ne cherche pas à voir la rétine, et, l'œil observateur n'intervenant que par sa position et non par son accommodation, les deux grandes difficultés de la méthode précédente sont éliminées. L'observation est plus rapide et moins fatigante pour le patient.

Voici comment il faut opérer.

L'observateur se met à un mètre de la personne qu'il examine et, à l'aide d'un ophtalmoscope, plan

de préférence, il éclaire l'œil de façon à ce que la pupille paraisse rouge et lumineuse dans toute son étendue. Pour arriver à ce résultat il faut engager le patient à regarder par-dessus l'épaule de l'observateur, à la hauteur de son oreille environ, les noms de cette épaule et de l'œil étant de même espèce, c'est-à-dire droit ou gauche. On dit aussi à la personne de fixer un objet placé derrière soi, le mur par exemple. Cela fait, la pupille paraissant bien lumineuse, on déplace légèrement l'ophtalmoscope par un mouvement de rotation autour de son manche, de façon à promener très lentement la tache lumineuse qui se trouve sur la figure de la personne soumise à l'examen, à droite et à gauche de l'œil, comme font les enfants quand à l'aide d'une glace ils s'envoient des rayons solaires à la figure. On voit dans ce mouvement la pupille cesser d'être lumineuse dans toute son étendue. Trois cas peuvent alors se présenter¹ :

1° L'ombre qui envahit la pupille se déplace dans le même sens que la tache lumineuse sur la figure. — L'œil observé est accommodé pour une distance plus grande que celle à laquelle se trouve l'observateur.

2° L'ombre et la tache lumineuse se déplacent en sens inverse. — L'œil observé regarde à plus courte distance que celle à laquelle se trouve l'observateur.

3° On ne peut pas dire dans quel sens se déplace l'ombre; elle envahit pour ainsi dire la pupille en masse. L'œil observé regarde précisément à la distance à laquelle se trouve l'observateur, c'est-à-dire à un mètre, si l'on adopte une fois pour toutes cette distance.

Supposons que l'ombre se déplace dans le sens inverse, c'est-à-dire dans le sens contraire à celui de la tache lumineuse, le patient étant invité à regarder par-dessus votre épaule le plus loin possible. D'après ce que nous venons de dire, il résulte de l'observation que l'œil ne peut voir à un mètre; on pourrait alors se rapprocher jusqu'au moment où il serait impossible de dire le sens dans lequel se déplace l'ombre pupillaire; l'observateur serait alors au *punctum remotum* de l'observé et par conséquent connaîtrait sa myopie. Mais il vaut mieux opérer autrement pour une détermination exacte. Plaçons devant l'œil observé des verres divergents

¹ Il est bien entendu que nous supposons l'ophtalmoscope plan, car avec un miroir courbe il peut y avoir inversion du phénomène, comme nous le ferons voir plus loin.

de plus en plus forts : il arrivera un moment où l'œil, étant par cette adjonction de verres devenu de moins en moins myope, pourra voir nettement à un mètre ; l'ombre envahit alors la pupille en masse ; le verre de numéro inférieur donnera encore l'ombre directe, le verre supérieur l'ombre inverse. Connaissant ce verre, nous connaissons le degré de myopie de l'œil observé ; en effet, ce verre laisse encore à cet œil une myopie d'une dioptrie ; autrement dit, un verre d'une dioptrie de plus le corrigerait absolument et marquerait par suite son degré d'amétropie¹.

Admettons maintenant que l'ombre se déplace dans le sens direct ; l'œil voit à plus d'un mètre, il est emmétrope, hypermétrope ou très légèrement myope. Plaçons devant lui un verre d'une dioptrie convergent ; il arrivera souvent de ne plus voir le déplacement de l'ombre pupillaire. Il est évident que l'œil était emmétrope, car il a maintenant une myopie d'une dioptrie, précisément celle que lui a donnée le verre. Rarement l'ombre deviendra inverse ; on aurait alors affaire à une myopie insignifiante et il faudrait essayer des verres plus faibles. Si l'ombre reste directe, l'œil était hypermétrope ; en prenant des verres de plus en plus forts on arrivera à un numéro donnant à l'œil une myopie d'une dioptrie, ce que l'on reconnaîtra à l'envahissement en masse de la pupille. Le verre a donc corrigé l'œil par excès de son hypermétropie, c'est-à-dire qu'un verre convergent ayant une dioptrie de moins le corrigerait exactement.

Par suite le procédé est des plus simples.

Chercher l'ombre pupillaire comme nous l'avons dit ; si elle est directe, placer devant l'œil des verres convergents de plus en plus forts jusqu'à disparition du déplacement de l'ombre. En retranchant une dioptrie au verre qui produit cet effet, vous aurez en dioptries la valeur de l'hypermétropie de cet œil. Si l'ombre est inverse, faites la même opération avec des verres divergents : vous aurez la valeur de la myopie en ajoutant une dioptrie au verre trouvé.

¹ La dioptrie est l'unité de puissance, comme le mètre est l'unité de longueur. C'est la puissance d'une lentille de un mètre de distance focale. La puissance d'un système réfringent évaluée en dioptries est l'inverse de sa distance focale évaluée en mètres. Ex. Une lentille de $\frac{1}{2}$ mètres de distance focale a $\frac{1}{\frac{1}{2}}$ de dioptries de puissance. Une lentille de 20 centimètres c'est-à-dire $\frac{1}{5}$ de mètre de distance focale à 5 dioptries de puissance. Le signe + indique la convergence et le signe - la divergence.

La valeur en dioptries de l'amétropie d'un œil est la puissance du verre qui le corrige exactement.

Les puissances des lentilles accolées exactement s'ajoutent quand elles sont de même espèce, se retranchent quand elles sont d'espèces contraires. Ex. Une lentille de + 2 dioptries accolée à une lentille de + 3 d. donne un système équivalent à une lentille de + 5 dioptries. — Une lentille de + 2 d. et une autre de - 3 d. donnent une lentille de - 1 d.

Ce procédé permet aussi de déterminer avec la plus grande facilité l'astigmatisme.

En effet, supposons que l'on ait trouvé un verre donnant lieu à l'envahissement de l'ombre en masse, lorsque nous déplaçons la tache lumineuse sur la figure du patient dans le sens horizontal. Produisons alors un déplacement dans le sens vertical ; si l'ombre reparait, le méridien vertical n'a pas la même réfraction que le méridien horizontal ; nous pouvons chercher aussi le verre qui lui convient. On peut ainsi rechercher et étudier les méridiens de plus grande et de plus petite courbure et trouver les verres sphériques qui les corrigent. La différence entre ces deux verres donne la valeur de l'astigmatisme.

Telle est la méthode de l'ombre pupillaire ; elle est des plus simples dans la pratique et n'exige aucune connaissance spéciale. Avec un peu d'habitude elle donne non seulement des renseignements très précis, mais aussi des indications très rapides, car l'exercice permet de déduire l'amétropie de l'intensité de l'ombre, au moins d'une façon assez approximative pour éviter des tâtonnements trop longs.

II

L'apparition de l'ombre pupillaire lors du déplacement de l'ophtalmoscope ne peut s'expliquer que par une variation de forme du faisceau émergent de l'œil observé, ou par un déplacement de ce même faisceau. Une expérience très simple montre que c'est à cette deuxième hypothèse qu'il faut attribuer le phénomène. Au lieu d'employer un ophtalmoscope ordinaire, prenons un miroir dans lequel nous aurons pratiqué, par un grattage du tain, une fenêtre horizontale sur tout un diamètre, et, pour être certain de ne pas le déplacer, fixons ce miroir dans un support, de façon à ce que la pupille d'une personne nous paraisse lumineuse. Il nous suffira de déplacer horizontalement notre œil derrière la petite fenêtre pour voir apparaître l'ombre pupillaire, dans un sens variable avec la distance à laquelle l'œil observé accommode.

Pour voir ce qui se passe, cherchons la forme du faisceau.

Lorsque, devant un œil, on place une source lumineuse, il se forme une tache lumineuse sur la rétine, quel que soit d'ailleurs l'état d'accommodation de cet œil ; la source peut, bien entendu, être un objet réel ou une image comme dans le cas de l'éclaircissement au miroir.

Soit *ab* (fig. 1) la tache lumineuse sur la rétine ; elle va à son tour émettre des rayons lumineux qui se perdront en partie sur la surface intérieure, mais dont un faisceau sortira par la pupille. Quels

Supposons maintenant que nous ayons un miroir concave à foyer assez long pour que l'image

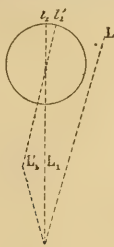


Fig. 5.

se forme en L_1 en arrière de l'œil observé (fig. 4). La figure montre que le déplacement de la lu-

mière suit la même loi que dans le cas précédent.

Mais si (fig. 5) l'image L_1 se forme en avant de l'œil observé, le sens du phénomène est renversé ; en effet si L_1 se déplace vers la gauche par suite de la rotation du miroir de droite à gauche, son image se déplace vers la droite.

On voit donc pourquoi avec un miroir concave on est dans l'incertitude, le phénomène pouvant changer de sens suivant la distance focale du miroir. C'est pour cela que nous conseillons l'usage de l'ophthalmoscope plan.

D^r Georges Weiss.

Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Paris

REVUE ANNUELLE DE BOTANIQUE

Les travaux d'anatomie et de physiologie végétales sont toujours très nombreux chaque année ; mais en dehors de ceux qui embrassent une étude générale, la plupart ne sont pas susceptibles d'être résumés dans l'espace restreint de cette revue. Nous nous bornerons donc à indiquer les tendances principales que révèlent ces travaux.

I

Les relations entre la structure anatomique et le rôle des diverses parties du corps chez les plantes sont, comme on le sait, beaucoup moins nettes que chez les animaux ; de là la notion de membres substituée en botanique à la notion d'organes. On a cependant distingué depuis longtemps des systèmes de tissus dans lesquels la structure anatomique correspond à un but physiologique défini : tels sont par exemple le tissu assimilateur, le tissu conducteur, le tissu de soutien, etc.

M. Muller¹ vient augmenter nos connaissances sur ce sujet, par l'étude de la structure et des fonctions du collenchyme. Le tissu qui porte ce nom est formé de cellules plus ou moins allongées, à parois incolores, fortement épaissies et réfringentes, susceptibles de se gonfler beaucoup en absorbant de l'eau ; on le rencontre dans les tiges, les pétioles, immédiatement appliqué contre l'épiderme ; il y forme la région corticale externe. Après une critique des travaux déjà publiés sur ce sujet,

M. Muller décrit les formes principales du collenchyme, au nombre de sept, qu'il a cru distinguer et il conclut en indiquant le rôle physiologique de ce tissu. Le collenchyme est avant tout un tissu de réserve d'eau ; il est en même temps un organe de soutien, non seulement pendant l'accroissement intercalaire, mais encore dans les tissus adultes de beaucoup de plantes charnues.

M. Schenck¹ de son côté, en étudiant les plantes aquatiques (*Jussiaea*, *Epilobium*, *Oleome*, etc.), a fait connaître l'existence d'un tissu constituant une réserve d'air, qu'il a désigné sous le nom d'*aërenchyme* ; ce tissu se développe dans la région externe de l'écorce, aux dépens d'une assise génératrice analogue à celle du liège ; mais les cellules externes de cette assise génératrice, au lieu de former le liège, s'allongent beaucoup en direction radiale et laissent entre elles de larges méats où la circulation des gaz est très facile ; les cellules internes fournissent, comme d'habitude, du parenchyme cortical secondaire. Le tissu lacuneux ainsi formé par le cloisonnement externe de l'assise génératrice, n'est pas seulement destiné à jouer le rôle de flotteur : il forme encore une réserve gazeuse utilisée par la plante.

Le rôle physiologique des tissus ne saurait être suffisamment établi par de simples considérations anatomiques, et l'on doit toujours chercher à vérifier les conclusions déduites de la structure par les

¹ C. MÜLLER. Ein Beitrag zur Kenntniss der Formen des Collenchyms, *Berichte d. Deuts. Bot. Gesellschaft*, Bd. VIII, 1890, p. 150.

¹ SCHENCK. Ueber das Aërenchym, ein dem Kork homologes Gewebe bei Sumpfpflanzen. *Pringsh. Jahrb.*, t. XX, p. 526.

observations comparées de plantes croissant dans les milieux différents.

Des tentatives nombreuses ont été faites depuis un certain nombre d'années dans cette voie. M. Johow, en étudiant les plantes privées de chlorophylle et humicoles qui vivent dans les régions chaudes du globe ¹, montre que ces plantes sont caractérisées par la réduction de l'appareil végétatif aérien, constitué par une simple hampe florale. Les appareils souterrains sont plus développés et forment des stolons portant de nombreuses racines à structure très réduite. Dans ces organes, en effet, l'écorce très développée, dépourvue de poils absorbants, enveloppe un cylindre central où le système libéro-ligneux perd peu à peu son apparence radiée, pour former un système concentrique à bois central.

Les formes hibernales de l'appareil végétatif, si fréquentes dans les plantes humicoles des régions tempérées, manquent dans les espèces des régions chaudes en raison de l'absence de saison froide. Chez toutes ces plantes, qui représentent 160 espèces réparties en 5 familles (Orchidées, Burmanniacées, Triariacées, Ericacées, Gentianées), l'auteur a retrouvé (excepté chez une Orchidée, le *Wulfschægelia*) les mycorhizes de M. Frank ². Ces formations serviraient chez les Holoapophytes, non seulement à assimiler les substances humiques, mais surtout à préparer les détritux en voie de décomposition dans le sol, de manière à les mettre sous la forme d'aliments utilisables directement par la plante.

En somme la réduction des organes aériens, la rareté des stomates témoignent de l'affaiblissement de la transpiration; l'absence de chlorophylle, compensée par le développement des mycorhizes, sont les caractères de ces plantes dont la végétation est plus étroitement liée à la présence des matières humiques que celle des arbres de nos forêts.

Tous ceux qui ont herborisé dans des régions de montagnes, surpris d'abord par des formes végétales différentes de celles qu'on a coutume de voir, ne tardent pas, en se familiarisant avec la flore de ces régions, à reconnaître parmi ces formes, des types de transition avec des espèces des plaines. Sont-ce là des espèces nouvelles ou seulement des formes d'une seule espèce, modifiée dans son aspect et sa structure, par les différences de milieu?

Les Botanistes descripteurs se posent rarement ces questions; ils se bornent à décrire, et à cata-

loguer toutes les formes nouvelles. L'encombrement des catalogues ou des flores est devenu tel qu'une révision des espèces s'imposait depuis longtemps; mais cette révision ne peut donner de résultats que si elle s'appuie sur les expériences culturales faites dans les milieux différents.

Ces cultures méthodiques, réalisées depuis longtemps en Allemagne sur des sols différents par M. Hoffmann, ont été entreprises dans les régions montagneuses en 1884 par M. G. Bonnier. A cet effet, des espèces indigènes vivaces ont été plantées dans les Alpes et les Pyrénées, où les stations de culture se trouvent à des altitudes variant de 1.000 mètres à 2.400 mètres; ces plantes ont été comparées à des espèces semblables poussant dans la plaine; pour un grand nombre d'espèces vivaces, les échantillons comparés dans les hautes et les basses altitudes, ont été obtenus en dédoublant un même pied, l'une des moitiés ayant été plantée dans des régions élevées, l'autre dans les plaines. Dans le Mémoire où M. G. Bonnier ¹ vient de publier la première partie de ses recherches, l'auteur n'a indiqué que les modifications externes des plantes soumises à l'expérience en ne comparant entre elles que les formes qui paraissent vigoureuses, toutes les fois que l'absence des fruits n'a pas permis d'affirmer leur vitalité.

Pour beaucoup d'espèces, les résultats sont très remarquables. En général les formes des stations supérieures offrent une taille plus petite, des entrenœuds plus courts, des organes souterrains plus développés, des feuilles plus petites, plus épaisses et plus vertes et enfin des fleurs plus colorées. Les modifications les plus nettes ont été observées sur l'*Helianthus tuberosus*, dont la forme alpine très réduite et constituée par une rosette de feuilles aplatie et étalée sur le sol, était si méconnaissable, que l'auteur avait d'abord marqué cette espèce comme ayant péri dans les stations alpines. Le Lotier corniculé, la Potentille, l'Alchémille ont offert des différences presque aussi nettes et les formes alpines étaient presque méconnaissables; par contre le *Thymus Serpyllum* et le *Chenopodium Bonus Henrius* ont été à peine modifiés depuis le début des cultures.

Ces diverses modifications, observées dans les espèces des stations élevées, constituent ce que l'on a nommé le *nanisme*. Connues depuis longtemps, de nombreuses observations ont montré qu'elles sont éminemment favorables à l'utilisation de la plus grande somme de radiations pendant la période estivale, et qu'elles favorisent la survivance en permettant à la neige de protéger les plantes contre les effets pernicioeux de la gelée.

¹ Johow. Friedr. Die chlorophyllfreien Humuspflanzen nach ihren biologischen und anatomisch entwickelungsgeschichtlichen Verhältnissen. *Pringsh. Jahrb.*, 1889, Bd. XX, p. 473-625.

² Voyez à ce sujet : P. VUILLEMIN : Les Mycorhizes, dans la *Revue* du 15 juin 1890, t. I, p. 326 et suiv.

¹ G. BONNIER, *Revue générale de Botanique*, 1890, p. 513.

Les changements apportés par le climat alpin dans la morphologie externe des végétaux entraînent-ils des différences anatomiques importantes ? M. Bonnier ne parle pas de cette question qu'il a réservée pour de prochaines publications. Il a d'ailleurs été devancé dans cette étude par M. Leist¹ qui vient de publier ses observations sur les différences de structure des feuilles vertes dans les plantes des stations alpines et des stations de plaines. M. Leist, tenant compte des résultats publiés par M. Johow il y a quelques années, sur les différences de structure des feuilles insolées et des feuilles croissant à l'ombre, a comparé entre elles les feuilles des régions insolées et des régions ombragées. Il a surtout étudié les modifications du parenchyme en palissade, tantôt le nombre des assises demeure constant ; mais dans les feuilles des plantes alpines, les cellules de ce parenchyme deviennent moins longues et plus larges ; tantôt le nombre des assises diminue jusqu'à devenir nul et les cellules deviennent sphériques ou polyédriques. Ces modifications amènent l'auteur à constater que les feuilles des plantes alpines des régions ensoleillées concordent, pour la forme et la structure du mésophylle, avec les feuilles qui, dans les plaines, croissent dans les régions ombrées. La seule différence réside dans le développement considérable de la cuticule chez les plantes alpines, tandis que, comme on le sait, la cuticule des organes vivant à l'ombre est ordinairement très mince.

Les expériences entreprises par M. Leist pour expliquer ces modifications, rapprochées des observations de MM. Stahl, Haberlandt, Vesque, Eberdt, démontrent que l'allongement des cellules du parenchyme en palissade, la multiplication de ses assises, sont provoqués par une transpiration très active ; au contraire, l'amoindrissement de la transpiration détermine la réduction des assises ainsi que le raccourcissement des cellules de ce même parenchyme. L'auteur montre alors, d'après les conditions météorologiques réalisées dans les stations alpines pendant la bonne saison, que les feuilles doivent leur structure spéciale à la diminution de la transpiration et à la grande humidité du sol.

M. Leist n'a rien dit de l'assimilation. Peut-être pourrait-on remarquer qu'en raison de la réduction des entrenœuds, les feuilles, presque toujours étalées sur le sol, ne peuvent pas présenter les mouvements qui permettent aux plantes des plaines de

recevoir les radiations sous une incidence presque normale ; demeurant immobiles, elles sont donc forcées d'utiliser les radiations sous les incidences les plus variées et la forme polyédrique des cellules du mésophylle paraît mieux adaptée à ces conditions spéciales. Il serait intéressant de vérifier cette hypothèse.

Quoi qu'il en soit, les recherches sur la culture et la comparaison d'espèces semblables végétant dans des conditions différentes, en nous faisant connaître la limite des variations anatomiques et morphologiques des plantes cultivées, nous permettront de mieux préciser les caractères spécifiques des formes diverses, et de réduire ainsi le nombre des espèces que certains botanistes ont contribué à exagérer.

L'anatomie topographique a pris depuis quelques temps une importance considérable dans la botanique systématique.

Dans les cas très nombreux où la morphologie externe est insuffisante à distinguer les formes végétales, l'emploi judicieux des caractères anatomiques apporte un secours que les botanistes descripteurs ont trop longtemps dédaigné. Nous devons signaler les observations de M. Van Tieghem sur la classification des Diptérocarpées, des Primulacées et plus récemment les communications relatives aux Mélastomacées¹ et aux Podocarpées², ainsi que celles de M. Vesque sur les Clusiacées³.

Les applications de l'anatomie à la classification exigent des connaissances très complètes et une subordination très judicieuse des caractères anatomiques. En effet, parmi ceux-ci, les uns sont sous la dépendance directe des conditions de milieu et varient plus ou moins rapidement avec elles, tandis que d'autres, héréditaires, possèdent une grande constance. A cet égard les observations de M. Van Tieghem sur les canaux sécréteurs ont une grande importance : l'existence ou l'absence de ces canaux, leur distribution topographique, constituent les meilleurs caractères que l'anatomie puisse fournir pour la caractéristique des genres et des familles. M. Van Tieghem en a fait une application très remarquable à l'étude de la famille des Diptérocarpées et tout récemment à l'étude des Podocarpées.

Si quelquefois l'anatomie ne fournit, au point de vue de la classification, que des caractères négatifs, comme M. Thouvenin vient de le constater⁴,

¹ VAN TIEGHEM Ph. Sur la classification des Mélastomacées. *Bull. Soc. Bot. de France*, mars 1891.

² VAN TIEGHEM Ph. Sur les Podocarpées. *Bull. Soc. Bot. France*, avril 1891.

³ VESQUE. *Comptes-Rendus*, mars 1890.

⁴ THOUVENIN M. Sur la structure des Saxifragacées. *Ann. Sc. nat. Bot.*, t. XII, 1890.

¹ LEIST K. Ueber der Einfluss der alpinen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter. *Separat abdruck aus den Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft*, von Bern 1889.

cela tient sans aucun doute à l'homogénéité des groupes étudiés. Par contre, dans certains cas où la morphologie externe est insuffisante à réaliser la distinction des espèces, l'anatomie seule peut nous permettre d'établir nettement la spécification; c'est ce que M. Sauvageau a montré par une étude très complète de la feuille de certaines Phanérogames marines (*Cymodocea*, *Zostera*, *Posidonia*¹. Hydrocharidées marines²). Ces plantes ne fructifient pas toujours et les échantillons d'herbier, réduits souvent à l'appareil végétatif, sont tellement semblables par le port et les dimensions que la spécification est impossible. D'après les observations de M. Sauvageau, la section d'un fragment de feuille permet, dans la plupart des cas, de retrouver le nom spécifique des échantillons incomplets.

II

Parmi les substances produites par l'activité du protoplasme des cellules libres ou agrégées en tissus, les diastases, dont l'importance est si grande dans les phénomènes de nutrition, attirent depuis longtemps l'attention. L'ignorance dans laquelle nous sommes de la composition de ces corps, la difficulté de les isoler, l'impossibilité de reconnaître souvent leur présence dans les tissus vivants, sont autant de raisons qui, semble-t-il, devraient imposer aux naturalistes la plus grande réserve. Néanmoins la liste de ces corps s'accroît tous les jours, bien que beaucoup d'entre eux n'aient qu'une existence purement nominale.

Aussi peut-on se féliciter de la publication des travaux destinés à caractériser ces substances au sein des tissus vivants.

On sait que les graines de l'Amandier, les feuilles du Laurier-Cerise peuvent produire de l'acide cyanhydrique qui résulte de l'action de l'émulsine ou *synaptase* sur l'amygdaline en présence de l'eau. Les matériaux nécessaires à cette réaction depuis longtemps déterminée par les chimistes, existent dans les tissus des plantes; mais comme l'acide cyanhydrique n'est jamais produit dans la plante vivante, on a conclu que l'émulsine et l'amygdaline sont localisées dans des régions différentes et ne peuvent ainsi réagir l'une sur l'autre; mais leur lieu d'élection est resté longtemps inconnu. MM. Thomé, Porte et surtout M. Johannsen ont cherché à résoudre cette question. Ce dernier auteur³, vérifiant les idées de M. Thomé, a montré

que dans les amandes, l'émulsine est renfermée dans les faisceaux, tandis que l'amygdaline se rencontre exclusivement dans le parenchyme.

M. Guignard¹ vient de compléter les résultats de M. Johannsen et les a étendus aux feuilles du Laurier-Cerise. S'il n'a pas été possible de trouver un réactif capable de déceler l'amygdaline au milieu des tissus, par contre la localisation de l'émulsine a pu être établie par l'auteur avec une grande netteté. Le réactif de Millon fournit les meilleurs résultats pour ces études microchimiques; le mélange d'orcine et d'acide chlorhydrique qui colore l'émulsine en violet, à la température d'ébullition, donne des résultats moins nets, à cause de la diffusion de la coloration violette; par contre le mélange de Schœnbein (teinture de Gayac et sulfate de cuivre) est plus avantageux. A l'aide de ces divers réactifs, M. Guignard a pu constater que, dans les feuilles du Laurier-Cerise, l'émulsine est contenue dans des cellules spéciales d'assez grandes dimensions, formant l'endoderme qui entoure les faisceaux; elle peut aussi exister dans les cellules du péricycle, quand celles-ci ne sont pas sclérifiées; les jeunes rameaux offrent la même localisation, quoique l'endoderme y soit moins nettement délimité. Dans les amandes amères, l'émulsine existe dans le péricycle des faisceaux; mais, tandis que dans la partie axile de l'embryon, le péricycle seul a manifesté la présence de cette substance, dans les faisceaux cotylédonaire, l'émulsine envahit aussi en petite quantité les cellules de l'endoderme. Il y a donc entre la feuille du Laurier-Cerise et les Amandes une différence d'élection, peu importante d'ailleurs, due seulement à la sclérification du péricycle.

Toutes les observations microchimiques ont été vérifiées par l'auteur en isolant des portions de tissus et en les broyant dans une solution d'amygdaline à 1 0/0. Si le tissu employé appartient à l'endoderme des feuilles du Laurier-Cerise ou à la région péricyclique des faisceaux cotylédonaire des Amandes, on perçoit distinctement, en chauffant, l'odeur d'acide cyanhydrique; si l'on emploie au contraire le parenchyme ou la partie ligneuse des faisceaux, l'acide cyanhydrique n'apparaît pas.

M. Guignard² a réussi également à localiser les principes qui fournissent les essences sulfurées chez les Crucifères. On sait que la graine de moutarde doit ses propriétés à la présence de deux substances: la *myrosine* et la *sinigrine* ou *myronate de potassium* qui, placées dans l'eau froide ou

¹ SAUVAGEAU C. Observations sur la structure des feuilles des plantes aquatiques. *Zostera*, *Cymodocea* et *Posidonia*. *Journal de Botanique*, 4^e année, 1890, p. 41 et suiv.

² SAUVAGEAU C. Sur la feuille des Hydrocharidées marines, *Journal de Bot.*, 4^e année, 1890, p. 269.

³ JOHANNSEN, W. Sur la localisation de l'émulsine dans les amandes. *Ann. Sc. nat. Bot.*, 7^e série, bVI, 1887.

¹ GUIGNARD L. Sur la localisation des principes de l'acide cyanhydrique. *Journal de Botanique*, 1890, p. 5 et suiv.

² L. GUIGNARD. Recherches sur la localisation des principes actifs des Crucifères. *Journal de Botanique*, 4^e année 1890, page 385.

mieux tiède, réagissent l'une sur l'autre; le myronate de potassium est décomposé en donnant de l'essence de moutarde (sulfocyanate d'allyle), du glucose et du sulfate acide de potassium. Chez les autres Crucifères, la myrosine existe aussi, mais elle réagit sur des substances différentes de la sinigrine, en fournissant d'autres essences sulfurées. La localisation des principes destinés à former l'essence de moutarde n'était pas connue; on soupçonnait seulement, sans en avoir la preuve, qu'ils devaient exister dans des cellules différentes.

La méthode employée pour étudier ces substances est celle que nous avons indiquée plus haut.

En ce qui concerne la myrosine, l'auteur abandonne l'emploi du réactif de Millon, car il colore aussi les matières azotées, quoique d'une manière un peu différente; M. Guignard préfère employer l'acide chlorhydrique, qui seul, sans adjonction d'orcine, communique à la myrosine une belle coloration violette dès qu'on chauffe légèrement.

Pour déceler la présence du myronate de potassium, M. Guignard emploie deux procédés. Le premier consiste à transformer le myronate de potassium en essence de moutarde et à colorer l'essence produite au moyen de la teinture d'orcanette; mais, comme cette teinture se fixe aussi sur les corps gras, il faut, au préalable, enlever ceux-ci au moyen de l'éther anhydre. Le second procédé consiste à traiter les tissus par l'acide tartrique en solution alcoolique; s'ils renferment du myronate de potassium, la potasse est précipitée à l'état de bitartrate cristallisé en tétraèdres ou en prismes du système orthorhombique, facilement reconnaissables au microscope. Comme l'alcool détermine en même temps la précipitation des sels minéraux ou organiques, on doit toujours faire deux essais comparatifs entre les deux moitiés d'une même coupe, dont l'une a été débarrassée du myronate de potassium par la macération dans l'alcool fort.

Les résultats de ces diverses réactions microchimiques ont été vérifiés en isolant les cellules à myrosine ou les cellules à myronate de potassium, autant que cela était possible, et en produisant directement l'essence sulfurée, par l'immersion des fragments de tissus dans une solution de myronate de potassium ou de myrosine.

La distribution des cellules à myrosine dans les tissus des Crucifères, diffère un peu de la localisation de l'émulsine dans les Amygdalées: tandis que cette dernière substance se rencontre exclusivement dans le péricycle ou l'endoderme des faisceaux libéro-ligneux, la myrosine existe non seulement dans le péricycle, son lieu d'élection habituel, mais on la trouve encore dans le parenchyme foliaire,

dans le parenchyme cortical et médullaire de la tige, dans le parenchyme cortical et libérien de la racine.

C'est toujours dans la graine que les cellules à myrosine sont les plus nombreuses; là elles existent ordinairement dans l'embryon, surtout dans les cotylédons où elles offrent la même distribution que dans la feuille; cependant chez les *Lunaria*, *Matthiola*, etc., la myrosine est presque exclusivement localisée dans le tégument, tandis que le myronate de potassium existe dans le parenchyme des tissus de l'enveloppe. Quelques Crucifères sont dépourvues de ces substances; tel est par exemple l'*Arabis alpina*; M. Guignard a constaté que, dans ces conditions, le ferment et le glucoside font également défaut. Là même où la myrosine est en faible proportion, elle suffit cependant à opérer le dédoublement de la totalité du myronate de potassium; en effet, comme toutes les diastases, la myrosine peut décomposer un certain nombre de fois son poids de myronate.

Le rôle de ces substances dans la nutrition générale de la plante est encore problématique. Sont-ce des réserves destinées aux premiers développements de l'embryon? Sont-elles destinées à protéger les plantes qui les contiennent? Ce sont là des hypothèses qu'on ne saurait discuter en l'absence de recherches spéciales sur cette question.

Quoi qu'il en soit, les observations de M. Guignard fournissent des indications précises sur la méthode générale à suivre dans l'étude si complexe des diastases.

Dans une communication intéressante sur la graine des Graminées M. Haberlandt ¹ n'a employé pour caractériser l'amylase renfermée dans les tissus, que sa réaction spécifique sur l'amidon. On sait que dans les graines des Graminées, l'albumen est entouré d'une couche de tissu formé de cellules à contenu plasmique, la *couche protéique* « *Kleberschicht* », dont le rôle est encore peu connu. Est-ce un tissu à réserves nutritives, comme on l'a parfois désigné (*Speichergewebe*)? Est-ce, comme le croit M. Tangl, une couche destinée à distribuer la diastase fabriquée par le *scutellum*? Les recherches de M. Haberlandt démontrent que cette couche ne renferme pas de réserves nutritives, car si l'on examine les graines à divers stades de la germination, le contenu des cellules qui la composent est encore intact, alors que les couches amylacées voisines sont déjà digérées. D'autre part, en isolant des fragments de tissus de la graine auxquels cette

¹ HABERLANDT G. Die Kleberschicht des Grasendosperms als Diastase ausschheidend. Drüsengewebe. *Berichte. d. Deutsch Bot. Gesells.*, 1890, p. 10-18.

couche était adhérente, et dans une région éloignée de l'embryon, l'auteur a constaté que ces fragments provoquent une dissolution rapide des grains d'amidon. La couche protéique qui enveloppe l'albumen, est capable de sécréter la diastase, malgré l'opinion de Sachs qui localisait cette production dans l'embryon seul.

Il existerait donc, dans les graines des Graminées une couche périphérique de cellules diastasigènes, et d'après M. Haberlandt, elle se rencontrerait aussi dans le Sarrasin et vraisemblablement chez beaucoup d'autres graines où la couche protéique a été signalée et désignée sous des noms différents (*Stickstoffschicht* Noble ; *Pseudoproteinschicht* Harz ; *Plasmanschicht* etc.). Il serait intéressant de vérifier et d'étendre les vues de M. Haberlandt par la méthode d'investigation de M. Guignard.

Parmi les produits solubles formés par les bactéries et auxquels ces algues doivent leurs propriétés toxiques ou leur activité chimique, les diastases seules nous intéressent ici parce qu'elles nous montrent que l'action de ces organismes dans les tissus, est du même ordre que celle des cellules diastasiques qu'on rencontre aussi bien chez les végétaux que chez les animaux. MM. Brunton et Macfadyen¹ viennent augmenter nos connaissances sur ce sujet, en étudiant les propriétés diastasiques d'un certain nombre de bactéries (*Spirillum* de Koch, *Spirillum* de Vinckler, *Micrococcus* de la putréfaction, Bacille de la teigne, etc.). Les liquides de culture obtenus avec ces diverses bactéries deviennent inactifs après avoir été portés à la température de 100°, parce que les bactéries sont tuées, et que les diastases, si elles existent, sont décomposées ; mais si l'on filtre les liquides de culture et qu'on les soumette en même temps à la température de 60° à 75°, les bactéries sont encore tuées, mais les liquides de culture filtrés ont conservé la propriété de liquéfier la gélatine : c'est donc à une diastase sécrétée par les organismes étudiés qu'est due la liquéfaction de la gélatine servant de terrain de culture.

Il est probable que les produits de sécrétion fournis par ces algues sont multiples, car elles liquéfient et peptonisent la fibrine dans un milieu légèrement alcalinisé ; en même temps, elles transforment l'amidon soit en maltose, soit en dextrine. D'après les auteurs, les conditions d'activité de ces diastases les rapprochent des produits de sécrétion du pancréas.

Il y a quelques années, M. Wiesner annonçait

l'existence, dans les gommages, d'un ferment qui serait capable de transformer la cellulose en gomme ou en mucilage et dont l'existence dans les tissus serait nécessairement antérieure à la formation de ces produits ; la présence de ce ferment serait démontrée par la coloration violette que donnent les gommages quand on les chauffe avec un mélange d'orcine et d'acide chlorhydrique. M. Reinitzer¹, en étudiant cette question, vient de constater que le réactif proposé par M. Wiesner ne suffit pas pour affirmer la présence d'un ferment dans les substances examinées, car une coloration d'un rouge plus ou moins violacé, due probablement à la formation du furfurole, est obtenue aussi quand on chauffe les hydrates de carbone, tels que la dextrine, la glucose et surtout la lactose avec le même réactif. Pour M. Guignard, cette coloration serait due à la phloroglucine. D'ailleurs, M. Reinitzer paraît avoir trouvé dans la gomme arabique un ferment dont l'activité n'est pas celle que lui attribue M. Wiesner, car s'il transforme l'amidon en dextrine et en sucre, il est incapable de provoquer la transformation de la cellulose en mucilage.

La formation des gommages et des mucilages est une des questions les plus obscures de la physiologie végétale. Cela tient sans doute aux idées fausses qui règnent sur la constitution chimique de la membrane, malgré les travaux de Mulder, Harting, Payen, Frémy, publiés il y a plus de quarante ans. J'ai montré dans plusieurs communications² que dans tous les tissus jeunes et dans les tissus adultes qui n'ont pas été modifiés par la lignification ou la cutinisation, la membrane renferme toujours des composés pectiques purs ou associés à la cellulose. Ces composés, représentés par la pectose et l'acide pectique, peuvent éprouver une série de modifications dans lesquelles ils offrent toute la série des états physiques intermédiaires entre la solubilité complète et l'insolubilité absolue ; ils jouent alors un rôle très important dans la gélification des membranes. On sait, d'autre part, que les gommages et un certain nombre de mucilages sont rattachés étroitement, par leurs propriétés physiques et chimiques, aux composés pectiques, et que l'acide métapectique notamment est très difficile à distinguer de l'acide arabique. Il faut donc chercher dans les modifications des composés pectiques de la membrane, comme je me propose de le montrer prochainement, l'une des causes de la dégénérescence gommeuse des tissus et de la gélification, et si la cellulose se rencontre dans ces produits,

¹ REINITZER Frid. Ueber die wahre natur des Gummiferments. *Zeitsch. f. physiol. Chemie*, Bd. XIV, p. 453.

² L. MANGIN. Sur la présence des composés pectiques dans les végétaux. *Comptes rendus*, octobre 1889. Sur la substance intercellulaire. *Comptes rendus*, février 1890.

¹ BRUNTON T. L. et MACFADYEN A. The ferment action of Bacteria. *Proceedings of the Royal Society of London*, v. XLVI, p. 542.

c'est à l'état de substance étrangère, au même titre que les substances minérales qui s'y trouvent mélangées. Vouloir, comme on le dit encore, faire de la cellulose le point de départ des transformations chimiques de la membrane, c'est rétrograder de cinquante ans, avant Mulder et Harting, car ces savants ont exprimé sur la nature de la membrane, des idées très nettes qu'on est surpris de voir aujourd'hui si profondément ignorées.

L'une des diastases les plus anciennement connues est l'*amylase*, qui transforme l'amidon en maltose. Le mode d'action de cette diastase sur les grains d'amidon, pendant la nutrition des plantes aux dépens des réserves, est exposé depuis longtemps, d'après les observations de Nägeli et de Sachs. M. Krabbe ¹ est amené, par l'étude complète qu'il vient de publier, à des conclusions différentes de celles qu'on accepte aujourd'hui.

La dissolution des grains d'amidon, telle qu'on l'observe au microscope, se présente sous des aspects différents. Dans le grain de Blé, la diastase agit inégalement à la surface des grains : certaines régions demeurent intactes ou peu altérées, tandis que d'autres plus fortement attaquées montrent des trous cylindriques ou en forme de cratères, qui s'approfondissent peu à peu, et forment des canaux très fins, plus ou moins ramifiés, qui se croisent en tous sens dans la masse du grain, et déterminent bientôt sa rupture en un certain nombre de fragments irréguliers, qui se dissolvent à leur tour. Dans d'autres plantes, écailles du bulbe de Jacinthe, graines de Légumineuses, la dissolution se produit dans des cavités qui s'agrandissent peu à peu, de manière que le grain d'amidon se trouve réduit à une mince membrane, entourant une cavité occupant toute la masse primitive ; mais, même dans ce cas, on aperçoit toujours la trace des canaux qui ont permis à la diastase de pénétrer dans l'intérieur du grain. Chez d'autres plantes enfin et en plus petit nombre, la dissolution a lieu régulièrement par toute la surface extérieure, et le grain conserve à peu près sa forme en diminuant peu à peu de volume, sans offrir les trous ou les cratères que présentent le Maïs, la Moschatelline, le Colchique, etc.

De ces diverses observations, M. Krabbe conclut que la diastase agit toujours par l'extérieur sans imbiber la substance du grain, comme on le croyait avant lui. Il s'est assuré, pour rendre la démonstration plus complète, de la nature colloïdale de la diastase : en effet cette substance en dissolution

filtre très lentement à travers le papier parchemin ; elle ne filtre pas à travers la porcelaine dégourdie ou le bois de sapin du Nord, à moins qu'on exerce sur le liquide une pression assez considérable. Il est évident qu'une substance qui ne peut traverser les pores encore volumineux de la porcelaine dégourdie, ne saurait pénétrer à travers les interstices des micelles d'un grain d'amidon.

La dissolution des grains d'amidon est donc, pour M. Krabbe, un phénomène purement physique comparable à la dissolution des cristaux ; celle-ci offre en effet tous les modes que l'auteur a décrit plus haut : tantôt elle est régulière, tantôt au contraire, la surface des cristaux se creuse de cavités cylindriques ou cratériformes plus ou moins régulières, qui présentent la plus grande ressemblance avec les phénomènes de corrosion des grains d'amidon des Graminées. Mais on n'explique pas plus les irrégularités de l'action diastasique que les corrosions produites par les dissolvants sur les cristaux.

En aucun cas, M. Krabbe n'a obtenu, à l'aide des solutions diastasiques, des squelettes de granulose comparables à ceux que présentent les acides, car ceux-ci, en imbibant la masse totale du grain, dissolvent complètement l'amylose avant la granulose.

L'auteur a enfin comparé l'action de la diastase à celle des Bactéries qui, pour une certaine École, jouent un rôle important dans les phénomènes digestifs. D'après ses observations, les Bactéries sont incapables de provoquer une dissolution rapide ; d'ailleurs leur activité fût-elle démontrée, il faudrait établir qu'elle n'est pas due à une diastase fabriquée par elles-mêmes et dont l'action, dans ce cas, serait comparable à celle de la diastase des cellules animales ou végétales.

La liste des matériaux de réserve utilisés par les plantes aux diverses périodes de la végétation s'accroît de jour en jour,

La Dulcite qui se trouve chez le Fusain du Japon et chez un grand nombre de Célastracées paraît avoir, d'après les observations de M. Borodin ¹, le rôle d'une réserve transitoire formée pendant la période de végétation active. On peut la reconnaître en traitant les coupes par l'alcool ; elle se présente sous l'aspect de cristaux analogues à ceux du nitre ou de l'asparagine, mais on peut les distinguer de ces substances par leur insolubilité dans une solution saturée de Dulcite et par leur transformation, à la température de 190°, en une

¹ KRABBE. Untersuchungen über das Diastaseferment unter specieller Berücksichtigung seiner Wirkung auf Starkekörner innerhalb der Pflanze. *Pringsh. Jahrb.* Bd. XXI, 1890, p. 520.

¹ BORODIN. Ueber die mikrochemische Nachweisung und die Verbreitung des Dulcits im Pflanzenreich. *Revue des scienc. nat. de St-Petersbourg*, 1890.

masse brune. La Dulcite se rencontre dans tous les organes, excepté dans les graines mûres, chez les Scrofularinées et les Célastracées, où l'on peut toujours la reconnaître, même sur des échantillons d'herbier.

L'auteur ne se prononce pas sur son mode de formation et son utilisation ultérieure; il se borne à constater sa disparition des feuilles du Fusain avant la chute.

On sait combien la constitution et les propriétés de la membrane dans les tissus des graines sont différentes de celles des tissus dans les organes végétatifs adultes. Après le travail important de M. Reess sur la cellulose de réserve, signalé l'an dernier dans la *Revue*, nous devons aujourd'hui consacrer quelques lignes aux observations étendues de M. Nadelmann¹ sur les albumens mucilagineux des Légumineuses. L'auteur consacre d'abord quelques pages à l'étude critique des mucilages, de la cellulose de réserve et de l'amyloïde, qui se rencontrent dans un grand nombre de graines. Les réactifs employés pour caractériser ces substances sont peu précis, notamment en ce qui concerne les mucilages, chez lesquels M. Nadelmann n'a pas retrouvé les réactions recommandées par MM. Barciani et Szyzlowicz. Aussi l'auteur adopte-il la classification, purement artificielle, de M. Tschirch, des mucilages, en mucilages vrais et mucilages cellulotiques; les premiers, jaunissant en présence de l'iode et de l'acide sulfurique, les seconds manifestant la coloration bleue de la cellulose. Les graines de Légumineuses ne présentent, d'après M. Nadelmann, que des mucilages vrais qui forment contre la membrane primaire collulotique, des revêtements plus ou moins épais que le chlorure de zinc iodé, ou la solution iodo-iodurée ne teignent pas en bleu.

Lorsque l'on examine les graines présentant cet albumen, à divers stades de germination, on constate que les épaississements mucilagineux disparaissent peu à peu de manière à réduire le parenchyme, au réseau formé par les membranes primaires; ces dépôts de mucilage sont donc des matériaux de réserve suppléant l'amyloïde ou la cellulose de réserve.

Le développement de quelques-unes de ces réserves a lieu, d'après l'auteur, par un mécanisme bien singulier. Dans l'*Indigofera hirsuta* par exemple, les jeunes cellules renferment, au sein du protoplasma granuleux, de nombreuses sphères de mucilage qui se fusionnent peu à peu en une seule; celle-ci est ensuite comprimée par le proto-

plasme contre la membrane primaire, puis la métamorphose du contenu de la vésicule en mucilage se produit sous forme d'épaississement secondaire de la membrane cellulotique. On peut se demander, puisque l'auteur n'a d'autres réactifs que les liqueurs iodées, comment il a pu distinguer les sphérules mucilagineuses des masses protoplasmiques qui les entourent, et comment il peut affirmer que les globules renfermés dans le protoplasme, sont de même nature que les épaississements qui, plus tard, tapissent la membrane cellulotique. Le mode de formation de ces épaississements exigeait, par sa singularité même, des développements que l'auteur n'a pas cru pouvoir donner. Nous ne pouvons donc que faire des réserves complètes à ce sujet.

III

La réalisation des cultures pures d'organismes inférieurs (Levures, Moisissures, Bactéries), a permis d'aborder l'étude d'un certain nombre de questions de physiologie générale. Dans cet ordre d'idées, M. Elfving vient de publier un mémoire remarquable sur l'influence exercée par les radiations sur la nutrition et la croissance de quelques Moisissures (*Aspergillus*, *Penicillium*)¹.

Dans les recherches que nous avons publiées, M. Bonnier et moi, en 1884, nous avons montré que, sous l'action des radiations, la série des phénomènes d'oxydation qui se traduisent à l'extérieur par les échanges gazeux respiratoires, est notablement affaiblie. Ces résultats ont été obtenus non seulement avec des Champignons, qui nous ont servi d'abord pour nos recherches, mais avec un certain nombre de Phanérogames sans chlorophylle. M. Elfving a recherché si les radiations influent aussi sur les phénomènes de synthèse qui précèdent et favorisent la croissance. Dans ce but il a cultivé le *Penicillium glaucum*, le *Briarea*, etc. Dans des liquides de culture renfermant quelques sels minéraux (nitrate d'ammoniaque, nitrate de potasse, sulfate de magnésie, phosphate de potasse et chlorure de calcium), additionnés de substances organiques variées : des substances hydrocarbonées pures (dextrose, mannite, acide malique), des substances azotées (peptone, asparagine) ou un mélange de dextrose et de substances azotées. Les liquides de culture étant stérilisés, ainsi que les ustensiles qui servent à l'ensemencement des spores, on sème la même quantité de spores dans les divers milieux nutritifs, en les acidifiant avec un peu d'acide phosphorique pour empêcher le développement des Bactéries.

(1) NADELMANN. Ueber die Schleimendosperme der Leguminosen. *Pringsh. Jahrb.*, 1890, t. XXI, p. 609.

¹ ELFVING Fred. *Studien über die Einwirkung des Lichtes auf die Pilze*, Helsingfors, 1890.

Les séries d'expériences, très nombreuses, sont disposées de manière que chaque milieu nutritif occupe deux vases : l'un exposé à la lumière, l'autre à l'obscurité dans les mêmes conditions de température (optimum de 25° environ). Au bout d'un certain temps on extrait les tissus développés et on les pèse après dessiccation.

Dans presque toutes les séries d'expériences, le résultat est à peu près constant : la formation du mycélium est plus faible dans les cultures éclairées que dans les cultures maintenues à l'obscurité ; mais les différences varient avec la nature des matériaux de nutrition. Dans les cultures réalisées avec la dextrose, la mannite, l'acide malique, le poids de matière sèche formée à l'obscurité est au moins double, parfois quadruple ou sextuple du poids des tissus formés dans les cultures éclairées. Au contraire avec la peptone ou l'asparagine pures ou mélangées de dextrose, le poids des matières sèches est à peine plus grand à l'obscurité qu'à la lumière.

Les phénomènes de synthèse organique sont donc affaiblis sous l'influence des radiations. Ce résultat concorde avec les observations bien connues, relatives au retard de croissance observé chez les Phanérogames éclairées.

Les diverses radiations influent, d'ailleurs, d'une manière inégale sur les phénomènes de synthèse. M. Elfving s'en est assuré en exposant des cultures sous des cloches doubles renfermant des liquides destinés à absorber certaines radiations. Le poids de substance formée est plus faible avec les radiations les moins réfrangibles (lumière tamisée avec une solution de bichromate de potasse) ; au contraire avec les radiations les plus réfrangibles (lumière tamisée par une solution ammoniacale d'oxyde de cuivre), la croissance s'accomplit presque aussi énergiquement qu'à l'obscurité.

L'action des radiations ultraviolettes est particulièrement remarquable, car elle est comparable à celle de la moitié la moins réfrangible du spectre ; cette action se manifeste nettement en tamisant la lumière avec une solution de sulfate de quinine.

On pourra se rendre compte de ces influences diverses par le tableau suivant que nous empruntons au travail de M. Elfving :

POIDS DE LA RÉCOLTE EN GRAMMES

Briarea 2 0/0 dextrose	Obscurité	Eau	Bichromate de potasse	Solution de CuO ammoniacale	Sulfate de quinine
7-11 juin 1890	0,0669	0,0232	0,0334	0,0485	0,0343
11-16 juin 1890	0,0585	0,0350	0,0442	0,0382	0,0381

Les matériaux qui constituent le mycélium sont de nature diverse : on y trouve des matières azotées qui forment le protoplasme, des composés hydrocarbonés qui forment la membrane, des pro-

duits solubles dans l'eau ou dans l'alcool et enfin des cendres. La proportion de ces corps reste-t-elle la même dans toutes les cultures ? D'après les observations de M. Elfving, la proportion relative de matières azotées est un peu plus grande à la lumière qu'à l'obscurité, tandis que l'inverse a lieu pour les corps celluloseux. Par conséquent, la composition centésimale des récoltes éclairées révèle dans celles-ci plus de substances azotées et moins de cellulose que dans les cultures maintenues à l'obscurité. La diminution de croissance que provoquent les radiations, quoique répartie sur tous les matériaux des plantes cultivées, retient donc plus fortement sur la formation des corps celluloseux. Y a-t-il indépendance dans ces actions multiples que les radiations exercent sur la formation des diverses substances qui composent les plantes ? C'est ce que les recherches de M. Elfving ne nous montrent pas pour l'instant.

Quoi qu'il en soit, cette première partie des recherches de l'auteur, tout à fait originale, ouvre une voie nouvelle aux physiologistes, et, à en juger par les résultats que nous venons de rappeler, les recherches tentées dans cette direction seront fécondes.

M. Elfving étudie ensuite l'influence de la lumière sur la respiration des Moisissures, en employant les méthodes que nous avons fait connaître, M. Bonnier et moi, il y a quelques années. La première série de recherches, réalisée simplement en dosant l'acide carbonique à l'aide des liqueurs titrées, a donné des résultats qui paraissent en contradiction avec les nôtres. En effet, dans les cultures de *Briarea*, de *Penicillium glaucum*, d'*Aspergillus niger*, de *Mucor racemosus*, etc., le dégagement d'acide carbonique demeure sensiblement constant ; quelles que soient les variations de l'éclairement, les différences observées, toujours très faibles, se produisent tantôt dans un sens, tantôt en sens opposé. Si l'on remarque que ce résultat, en contradiction formelle avec ceux que nous avons publiés, a été obtenu par les mêmes méthodes, on doit rechercher la cause de cette contradiction dans les conditions de végétation.

Les moisissures étudiées par l'auteur avaient mûri leurs spores, et par suite, la croissance était achevée, tandis que les échantillons qui ont servi dans nos recherches étaient des plantes ou des parties de plantes en voie de croissance. M. Elfving a montré que c'était là l'unique cause de la discordance entre ses résultats et les nôtres, car en recommençant une deuxième série d'expériences de culture avec des Moisissures en voie de croissance, il a vérifié exactement nos résultats et constaté que les radiations provoquent un affaiblissement

des échanges gazeux. Les chiffres obtenus montrent une corrélation très étroite entre l'affaiblissement du phénomène respiratoire et la diminution du poids de substance sèche observés dans les cultures exposées à la lumière. Ainsi, les cultures des milieux nutritifs formés de dextrose, de mannite, d'acide malique sont celles qui montrent les différences les plus grandes dans la proportion de gaz échangés à la lumière ou à l'obscurité, tandis que dans les cultures contenant de la peptone ou de l'asparagine, l'intensité des échanges gazeux est à peine modifiée.

Les conditions dans lesquelles s'exerce l'action des radiations, qui n'avaient pas été précisées dans nos recherches, se trouvent ainsi nettement établies par le beau travail de M. Elfving.

En somme, dans les Moisissures en voie de croissance, les radiations exercent une influence modératrice sur les échanges gazeux, et cette action marche parallèlement avec la diminution des produits de synthèse organique, et par suite, de la croissance; au contraire, dans les organes dont la croissance est achevée, chez lesquels d'ailleurs les échanges gazeux sont faibles, l'influence des radiations est très faible, pour ne pas dire nulle.

L'auteur nous donne ensuite une série d'observations très intéressantes sur le polymorphisme des moisissures qu'il a étudiées, et notamment sur l'*Aspergillus glaucus*. Cette moisissure se comporte, en effet, de manières très différentes sous l'influence de la lumière. Sans action sur les cultures lorsqu'elles ont une faible intensité, les radiations, si elles sont intenses, tuent les spores aux premiers stades de la germination, tandis que les radiations d'intensité moyenne suspendent la germination sans tuer les spores. Si l'on examine les cultures soumises à un éclairage moyen, on y observe un développement particulier: les filaments mycéliens, encore vivants, se cloisonnent et forment des cellules arrondies qui bourgeonnent comme des cellules de levure. M. Elfving a isolé et cultivé, à l'état de pureté, trois formes de levures qu'il désigne sous les noms de Levure A, Levure B et Levure C.

La levure A, cultivée dans certains milieux, a fourni un mycélium sur lequel se sont développés des organes conidifères semblables à ceux du *Penicillium glaucum*; la forme ainsi obtenue et, à diverses reprises, dans des cultures pures, s'est montrée identique à elle-même; l'auteur la désigne sous le nom de *Penicillium Eurotium*. M. Elfving ajoute ainsi à l'histoire déjà si curieuse de l'*Eurotium herbarium*, un chapitre très intéressant et apporte une nouvelle preuve de l'analogie des

Levures et des Moisissures, soupçonnée depuis longtemps.

L'*Eurotium herbarium* présente donc, suivant les variations du milieu ambiant, des formes de développement diverses: connu d'abord sous le nom d'*Aspergillus glaucus* par sa forme conidienne habituelle, il peut former, dans certaines conditions, la forme ascosporée *Eurotium*, et enfin, sous l'influence des radiations de moyenne intensité, cette espèce donne naissance à diverses levures dont l'une reproduit une forme considérée jusqu'ici comme spécifiquement distincte: le *Penicillium Eurotium*.

Les autres formes d'*Aspergillus* sont-elles ainsi reliées aux *Penicillium*? C'est ce que nous ne saurions dire quant à présent, car la question nécessite de nouvelles recherches.

La levure B liquéfie la gélatine, comme d'ailleurs la levure A, mais elle n'a pas donné jusqu'ici la forme *Penicillium*; enfin la levure C, assez difficile à distinguer de la précédente, en diffère au point de vue physiologique parce qu'elle ne liquéfie pas la gélatine, même après plusieurs semaines.

Le *Penicillium glaucum*, dont on vient de voir les relations avec l'*Aspergillus glaucus*, est formé d'individus très différents, que M. Elfving ramène à trois formes. Sans se prononcer sur la valeur spécifique de ces formes, il les désigne sous les noms de *Penicillium I*, *II* et *III*. Les différences qu'il observe entre elles sont du même ordre que celles que M. Hansen a signalées entre les formes du *Saccharomyces Pastorianus*, c'est-à-dire sont fondées sur la dimension des spores, la différence d'influence de température, l'activité fermentescible; à ce dernier point de vue, M. Elfving signale les faits suivants: Le *Penicillium glaucum I* est toujours aérobie, et par conséquent ne peut dédoubler le sucre en alcool et en acide carbonique; au contraire, le *Penicillium II* et le *Penicillium III* peuvent être anaérobies, et par suite, provoquent la fermentation alcoolique, mais la quantité d'alcool formé est toujours plus grande avec la forme *III* qu'avec la forme *II*.

On conçoit la difficulté d'identifier les formes décrites par M. Elfving avec celles que d'autres observateurs, MM. Brefeld, Wiesner notamment, ont étudiées; cependant, l'auteur pense que la forme *I* est peut-être semblable à celle dont M. Brefeld a fixé les températures extrêmes de végétation. Le *Penicillium II* n'est autre que le *Penicillium Eurotii* dont on a vu l'histoire plus haut. Le *Penicillium III* a été obtenu par la culture d'une levure rose, rencontrée en 1886 au laboratoire de Carlsberg. Le mycélium de cette forme est remarquable par la variété des organes de propagation qu'il développe, lorsque les conditions de culture changent.

M. Elfving y a trouvé en effet les formes suivantes : 1° spores d'*Alternaria*, 2° spores de *Verticillium*, 3° des conidies engendrant les levures, et enfin 4° une formation sclérotique dont la nature n'est pas encore bien connue. Ces diverses formes montrent bien le cycle de développement d'un Ascomycète; mais M. Elfving n'a pas encore obtenu la forme asporée qui, seule, permet une détermination spécifique certaine.

Le travail de M. Elfving, par l'importance des résultats, par sa précision, par sa méthode, est un modèle à suivre; il contraste heureusement avec les publications hâtives d'une nouvelle école de biologistes, dont la caractéristique paraît être un besoin immodéré de réclame.

La méthode des cultures, limitée jusqu'alors aux organismes privés de chlorophylle, vient d'être appliquée aux Algues vertes, grâce aux efforts de M. Beyerinck¹. Ces cultures d'Algues unicellulaires ont fourni à l'auteur des résultats d'un grand intérêt en physiologie. Les espèces cultivées sont le *Chlorococcum progenitum* et le *Raphidium naviculare*, très communes dans les eaux stagnantes aux environs de Delft; elles ont été séparées, non sans peine, des nombreuses bactéries avec lesquelles elles se trouvent mélangées et les cultures pures ont été réalisées sur la gélatine.

L'étude du *Chlorococcum* permet à l'auteur de donner quelques renseignements sur les zoochlorelles dont la signification a été l'objet de bien des controverses. Considérées d'abord comme des corps chlorophylliens permettant aux animaux de faire la synthèse des hydrates de carbone, on les envisage aujourd'hui comme des algues parasites. M. Dangeard² après avoir constaté leur mode de multiplication par division et leur enkystement, les range dans les Protococcacées près du *Palmella hyalina*. D'après M. Beyerinck le *Chlorococcum* présente de grandes analogies avec ces zoochlorelles. L'auteur signale leur reproduction par scission comme pour les corps chlorophylliens : c'est le mode le plus rare; il décrit ensuite leur division en huit masses protoplasmiques par trois segmentations successives, ces masses sont mises en liberté par la dissolution de la membrane de la cellule-mère. Mais la division n'est pas toujours régulière, de sorte qu'on peut voir souvent des familles de 5, 6 ou 7 individus, comme cela s'observe fréquemment dans les zoochlorelles de l'Hydre verte. Ces recherches, en démontrant l'analogie des zoochlorelles et des algues du genre *Chlorococcum* viennent encore appuyer

l'idée si longtemps contestée de l'autonomie de ces organismes. Mais le parasitisme provoque chez elles, comme M. Kleinenberg l'a déjà montré, des phénomènes de dégradation; en tous cas il ne paraît pas qu'on ait affaire à un phénomène de symbiose.

Les cultures de M. Beyerinck offrent un intérêt bien plus grand au point de vue physiologique, car elles rendent possible l'étude des phénomènes de nutrition cellulaire qu'on n'avait tenté jusqu'ici qu'avec des organismes privés de chlorophylle. Déjà l'auteur a réalisé des expériences très originales sur les échanges gazeux. En mélangeant une culture pure de *Chlorococcum* à de la gélatine fondue et en coulant le mélange dans des tubes à essai ou entre des plaques de verre, on obtient après refroidissement, des tubes ou des lames de gélatine qui se prêtent admirablement aux expériences sur le phénomène chlorophyllien.

On sait que les tissus compacts des végétaux, placés dans une atmosphère privée d'oxygène, dégagent néanmoins de l'acide carbonique qu'ils produisent aux dépens des hydrates de carbone contenus dans leurs tissus : ce phénomène, désigné sous le nom de respiration *intracellulaire*, existe-t-il chez les algues unicellulaires? C'est ce que M. Beyerinck a vérifié d'une manière ingénieuse.

Dans trois tubes à essai renfermant une solution de gélatine à 20 0/0, on ajoute quelques gouttes d'une culture de *Chlorococcum* et un peu de carmin d'indigo avec un excès d'hydrosulfite de soude. La couche supérieure au contact de l'air ne tarde pas à prendre une teinte bleue due à l'action directe de l'oxygène. L'un des tubes, placé dans l'obscurité, ne montre pas d'autre changement que la teinte bleue superficielle; un second tube, exposé au soleil à l'abri d'une solution ammoniacale d'oxyde de cuivre, qui arrête comme on le sait, les radiations les moins réfrangibles (rouge, orangé, jaune), ne montre pas non plus de changements, tandis que le troisième tube, exposé à la lumière tamisée par une solution de bichromate de potasse (qui arrête les radiations les plus réfrangibles) manifeste, après quelques minutes, une coloration bleu-foncé dans toute sa masse.

L'algue placée dans un milieu dépourvu d'oxygène a donc dégagé de l'acide carbonique qui, réduit par les grains de chlorophylle sous l'action des radiations, a produit de l'oxygène qui a bleui l'indigo. Pour réussir ces expériences, il faut toujours ajouter un léger excès d'hydrosulfite; sans cela, la pénétration directe de l'oxygène de l'air amène en peu de temps un bleuissement complet.

Dans ces conditions l'algue ne végète pas long-

¹ BEYERINCK M. W. *Over gelatineculturen van éicellige groenwieren*, Utrecht, 1889.

² DANGEARD P. A. Contributions à l'étude des organismes supérieurs. *Le Botaniste*, 1890.

temps : l'absence d'oxygène détermine rapidement l'asphyxie.

Si l'on veut obtenir un développement continu de l'algue, il faut pouvoir lui fournir l'acide carbonique destiné à l'assimilation. Dans ce but, M. Beyerinck mélange, avec la gélatine, une culture pure de *Chlorococcum* et une culture d'un champignon, le *Mycoderma sphaeromyces*, qui peut décomposer la lévulose, en présence de l'oxygène, en vapeur d'eau et en acide carbonique. On dépose alors la gélatine additionnée de lévulose, de *Chlorococcum* et de *Sphaeromyces* dans des tubes à essai, et si l'on expose le mélange à la lumière solaire, l'algue et le mycoderma végètent très vigoureusement, de sorte qu'au bout de quelques semaines, la gélatine est devenue d'un vert foncé presque noir.

Le mélange d'algue et de champignon est assez sensible pour décélérer, par sa végétation plus ou moins luxuriante, des intensités lumineuses différentes. Ainsi M. Beyerinck, ayant placé le mélange précédent entre deux plaques de verre recouvertes de papier noir percé de petites ouvertures, a constaté, après l'exposition à la lumière, que les colonies d'algues s'étaient développées seulement en face des ouvertures, de sorte que la plaque de culture offrait des taches vertes de même grandeur et de même forme que les orifices pratiqués dans la feuille servant d'écran.

On voit ainsi que la méthode des cultures si ingénieusement réalisées par M. Beyerinck, se prête admirablement à des recherches spectrales sur l'activité des radiations dans le phénomène chlorophyllien.

La chlorophylle a longtemps été considérée comme l'organe exclusif de l'assimilation du carbone, mais les belles observations de M. Wiesner ont montré que, dans les tissus à chlorophylle, la transpiration est beaucoup plus accélérée sous l'influence des radiations que dans les tissus où ce pigment fait défaut. M. Van Tieghem a même donné un nom à cette influence que la chlorophylle exerce sur l'exhalation de la vapeur d'eau : il l'a désignée sous le nom de « chlorovaporisation » ; il n'apportait d'ailleurs, à l'appui de son opinion, d'autres faits que les résultats de M. Wiesner. La démonstration directe de l'influence de la chlorophylle sur la vaporisation a été fournie par M. Jumelle¹. Dans un premier travail l'auteur a montré qu'il existe une

relation entre l'assimilation et la transpiration des tissus verts, car si l'acide carbonique fait défaut à ces tissus, la chlorophylle ne pouvant plus utiliser à la décomposition de ce gaz, les radiations absorbées, les emploie à vaporiser une plus grande quantité d'eau. La chlorophylle serait alors un écran absorbant, et l'augmentation de la transpiration serait due à un phénomène purement physique. Dans une seconde communication, M. Jumelle emploie les anesthésiques, qui, comme on le sait, à une certaine dose suppriment l'assimilation sans modifier le phénomène respiratoire. L'auteur a comparé des lots égaux de plantes placés, l'un, dans une atmosphère privée d'éther, l'autre soumis à l'action des vapeurs anesthésiques ; il a trouvé, en opérant avec les végétaux les plus différents (Chêne, Charme, Hêtre, Pomme de terre, Fougère,) que la quantité d'eau transpirée est toujours plus grande avec la plante anesthésiée, dans laquelle, suivant la dose, l'assimilation est affaiblie ou supprimée, qu'avec la plante où l'assimilation a conservé son énergie. On est donc en droit d'admettre, avec l'auteur, que les radiations absorbées par la chlorophylle sont employées en partie à décomposer l'acide carbonique, en partie à provoquer une accélération de la transpiration : si l'on vient à diminuer ou à supprimer l'assimilation, soit au moyen d'un anesthésique, soit en supprimant l'acide carbonique, les radiations, qui auraient dû décomposer ce gaz, portent toute leur activité sur la transpiration, qui se trouve ainsi exagérée.

Les observations de M. Elfving ont montré que l'éther exerce une action manifeste sur les propriétés du proloplasma. En est-il de même ici ? M. Jumelle a constaté en effet cette action spécifique de l'éther en étudiant les plantes à l'obscurité ; elle se traduit par un résultat inverse de celui qu'on observe à la lumière : la transpiration est, toutes choses égales d'ailleurs, plus faible chez les plantes anesthésiées que chez les plantes normales. Cette action, qu'il est impossible d'expliquer en l'état actuel de nos connaissances, rend plus probante encore, l'influence que la chlorophylle exerce sur la transpiration.

Il nous resterait encore, pour terminer cette revue, à examiner les recherches récentes sur l'alimentation azotée ; mais l'importance du sujet, la valeur des résultats acquis dans ces dernières années, exigent des développements qui feront l'objet d'un article spécial.

L. Mangin,

Professeur au Lycée Louis-le-Grand.

¹ JUMELLE. *Revue générale de Botanique*, 1889-1890.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1^{re} Sciences mathématiques.

Bertrand (J.), de l'Académie française, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. — **Blaise Pascal**, un vol. in-8° de 400 pages. (Prix : 7 fr. 50.) Calmann-Lévy, éditeur, 3, rue Aubert, Paris, 1891.

Tallemant des Réaux a écrit quelque part : « Je n'aurais jamais soupçonné que les *Provinciales* fussent de Pascal, car les mathématiques et les lettres ne vont guère ensemble. » L'étrangeté de ce jugement apparaîtra surtout aux lecteurs du beau livre que M. J. Bertrand vient de consacrer à Pascal.

Ce n'est pas la découverte de documents nouveaux, mais la méditation des œuvres du grand penseur qui a conduit l'illustre Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences à revenir sur un sujet que l'on pouvait croire épuisé. Une sorte de parenté intellectuelle le disposait d'ailleurs à comprendre mieux qu'on ne l'avait fait jusqu'à présent la vie et les idées de cet étonnant génie qui fut Pascal. Comme lui, M. Bertrand, après avoir été « célèbre à dix ans » et s'être acquis « une véritable gloire dans le monde des ingénieurs et des géomètres », a prouvé par l'exemple que les mathématiques et les lettres ne se font point de tort. Aussi se plait-il à étudier dans Pascal tout l'homme : le théologien, l'écrivain et le savant. Ce dernier seul devant nous occuper ici, nous n'essaierons pas d'éclairer la psychologie du physicien et du géomètre par des emprunts aux pages lumineuses et fines que M. Bertrand a écrites sur sa vie et ses croyances. Contentons-nous de signaler cette pénétrante étude aux amis de la science, de la philosophie et des lettres.

L. O.

Hermite, Membre de l'Institut. — **Cours professé à la Faculté des Sciences de Paris**. (15 fr.) Librairie scientifique A. Hermann, 8, rue de la Sorbonne, Paris, grand in-4° de 293, autographié, 1891.

Nous n'avons pas à faire l'éloge du volume dont la 4^e édition vient de paraître; depuis l'année 1882, où M. Andoyer, élève à l'Ecole Normale, l'a rédigé, il est devenu classique et tous ceux qui étudient le calcul intégral l'ont entre les mains. La nouvelle édition a été revue par l'auteur; elle est digne de l'illustre Maître dont elle reproduit l'enseignement.

L. O.

Sinigaglia (Francesco). — **Diagrammi previsti delle macchine a vapore**. — *Atti del R. istituto d'incoraggiamento di Napoli*, vol. III della 4^a serie.

Le but que s'est proposé l'auteur dans cet intéressant mémoire est d'indiquer la construction de diagrammes tenant compte de certains éléments négligés d'ordinaire dans le calcul du travail d'une machine à vapeur.

Après avoir analysé plusieurs diagrammes d'indicateur relevés sur des machines monocylindriques et polycylindriques, il fait voir comment l'on peut arriver à fixer les chutes de pression à la fin de l'admission aussi bien qu'entre les cylindres des Woolf et Compound. Or le point figuratif où commence la détente a son importance, car la grandeur du diagramme théorique en est sensiblement affectée. M. Sinigaglia donne une méthode géométrique très simple, très pratique et qui ne permet guère à des erreurs de passer sans être aperçues.

¹ L. PASTEUR, Réponse à M. J. Bertrand, lors de sa réception à l'Académie française, le 10 décembre 1885.

Il donne ensuite les diagrammes totalisés pour les machines à cascade et traite quelques exemples pour montrer comment on arrive à une répartition approximative du travail dans les différents cylindres.

J. POULET.

Service géographique de l'armée. — **Tables des logarithmes à 8 décimales des nombres de 1 à 120,000, et des sinus et tangentes de 10 secondes d'arc, dans le système de la division centésimale du quadrant**, publiées par ordre du MINISTRE DE LA GUERRE. (40 fr.) Paris, Imprimerie Nationale, 1891, 1 vol. grand in-4° Jésus en vente chez Gauthier-Villars et fils, imprimeurs-libraires, 55, quai des Grands-Augustins, Paris, 1891.

Le système décimal dans la mesure des arcs, introduit par Borda dès l'établissement du système métrique dans la division des instruments et pratiqué par Delambre et Méchain dans les opérations de la mesure de la Méridienne de France, est employé exclusivement depuis bientôt un siècle par le Service géographique de l'armée (anciennement Dépôt de la Guerre) pour ses observations et pour ses calculs géodésiques. Une aussi longue expérience a démontré les avantages que procure cette échelle de division au point de vue de l'exactitude et de la rapidité des calculs, et a établi définitivement sa supériorité sur le système de la division sexagésimale.

Pour remplacer les tables de Borda, aujourd'hui épuisées, qui donnaient les logarithmes à 7 décimales des fonctions circulaires avec la division centésimale du quadrant, le Service géographique vient d'éditer de nouvelles tables, dans le même système, en les étendant à 8 décimales, pour donner satisfaction aux exigences des calculs modernes.

Cette table contient les logarithmes des nombres de 1 à 120,000, ceux des fonctions circulaires, (Sinus et Tangentes) de 10 secondes en 10 secondes centésimales,

les logarithmes des rapports $\frac{\sin \alpha}{\alpha}$ et $\frac{\tan \alpha}{\alpha}$ pour les 5 premiers grades, une table des multiples de M et de

$\frac{1}{M}$ pour convertir les logarithmes naturels en logarithmes vulgaires et réciproquement, enfin une table de conversion qui permet de convertir d'un système dans l'autre les arcs exprimés, soit dans le système sexagésimal, soit dans le système centésimal.

Elle a été extraite des grandes tables manuscrites qui ont été calculées à la fin du siècle dernier par le service du cadastre sous la direction de Prony. Malgré la haute autorité du manuscrit, on a soumis tous les nombres à un contrôle rigoureux : chaque logarithme a été l'objet de deux vérifications indépendantes l'une de l'autre.

En plus de ces précautions minutieuses prises pour assurer l'exactitude, nous signalerons les soins qui ont été apportés à l'exécution typographique, dont l'importance est capitale dans les publications de ce genre. L'ouvrage sort des presses de l'Imprimerie nationale, qui a créé pour son impression des caractères d'un type nouveau, dont la disposition dans les nombres ne peut laisser place à la confusion : le papier est légèrement coloré en jaune, teinte reconnue la plus favorable pour amortir sur les yeux l'effet de la lumière réfléchie. Ces perfectionnements, et d'autres encore que reconnaîtront les spécialistes, tendent à rendre les recherches faciles et sûres et à diminuer la fatigue du calculateur.

En résumé, la nouvelle table à 8 décimales du Service géographique est appelée à rendre les plus grands

services en comblant une lacune que ne remplissait jusqu'à présent aucun ouvrage français ni étranger, et fait le plus grand honneur à l'Etablissement qui en a poursuivi la publication.

A. C.

2° Sciences physiques.

Poincaré (H.), *Membre de l'Institut. — Electricité et optique. II. Les théories de Helmholtz et les expériences de Hertz, Leçons professées pendant le second semestre 1889-1890 à la Faculté des Sciences, rédigées par M. Brunhes, 1. vol. 260 pages. (7 fr. 50.) G. Carré, 58, rue Saint-André-des-Arts, Paris.*

C'est une œuvre considérable qu'a entreprise M. Poincaré, de publier le cours de Physique mathématique qu'il professe; d'autant plus utile qu'elle assure la diffusion rapide en France des connaissances délicates et profondes nécessaires à l'intelligence de théories qui se sont développées au delà de la Manche ou du Rhin depuis un quart de siècle, et au progrès desquelles notre pays n'a que trop peu contribué, bien qu'il ait fourni, avec Coulomb et Ampère, deux des principaux créateurs de la science électrique. Il y a quelques mois, on rendait compte ici même du premier volume de cet ouvrage, « les théories de Maxwell et la théorie « électromagnétique de la lumière » provenant de l'enseignement du second semestre 1887-88; grâce à l'activité de M. Brunhes, nous voici déjà en possession des leçons de l'an dernier.

Le nom de l'auteur nous dispense d'insister sur la pénétration et la finesse de la discussion des théories électrodynamiques de Helmholtz et de leurs rapports avec celles de Weber et de Maxwell, ainsi que la simplicité et l'originalité des méthodes appliquées à la théorie des expériences de Hertz. Il n'est point un chapitre qui ne mérite une étude approfondie. Mais à cause même de l'autorité de l'auteur, ce n'est pas sur les points nombreux qui me paraissent certains, mais au contraire sur ceux plus rares, mais importants, qui me semblent contestables, que j'attirerai l'attention dans ce compte-rendu, me réservant d'en faire ailleurs la discussion trop spéciale pour cette *Revue*.

Les trois premiers chapitres sont relatifs à la formule d'Ampère, à la théorie de l'Induction exposée avec toutes les précautions nécessaires et à la théorie de Weber.

Le quatrième est consacré à la théorie électrodynamique de Helmholtz, dans laquelle on admet que deux éléments de courant ont un potentiel de la

forme
$$\frac{\mu ds ds'}{2r} [(1+k)\cos\epsilon + (1-k)\cos\theta\cos\theta'],$$
 en

appelant ϵ l'angle des deux éléments de courant, et θ, θ' l'angle de chacun d'eux avec la droite qui les joint; k est une constante que l'étude des courants fermés ne permet pas de déterminer; on obtient à peu près la théorie de Weber en prenant $k=1$, et celle de Maxwell en faisant $k=0$. Toutefois, à cette dernière condition il en faut ajouter une autre, comme M. Poincaré le montre le premier dans l'important chapitre V: « Passage de la théorie de Helmholtz à celle de Maxwell. » Cette condition nouvelle est électrostatique: Prenons l'action directe à distance de deux masses électriques e, e' , à travers un espace incapable de se polariser, comme égale à $\frac{ee'}{\lambda r^2}$, et considé-

rons avec Maxwell le vide même comme un diélectrique susceptible de polarisation intense; l'action apparente sera beaucoup plus faible que l'action directe, et d'autant plus que l'espace vide sera plus polarisable. Toute variation dans la polarisation entraîne un déplacement d'électricité qui agit à distance comme un courant. Pour passer à la théorie de Maxwell il faut supposer λ nul; il faut admettre que l'action directe de deux masses électriques à distance serait *infinie*, s'il n'y

avait pas entre elles un milieu — même le vide — qui se polarise au point de compenser presque intégralement l'action directe et de rendre finie l'action apparente. Cette conception d'un vide énergiquement polarisable, bien loin de fournir un mécanisme de transmission de proche en proche des actions électriques — exige au contraire que l'action directe à distance soit infinie.

Vient ensuite un très important chapitre sur « l'Unité de la Force électrique » quelle qu'en soit l'origine, d'après M. Hertz; et enfin six chapitres consacrés aux expériences de M. Hertz; Ch. VII: Description des expériences par M. Blondin. — Ch. VIII: Théorie de l'excitateur. — Ch. IX: Etude du champ produit par l'excitateur. Radiation de l'énergie. Propagation d'une perturbation électro-magnétique dans un fil rectiligne. — Ch. X: Théorie du résonateur. — Ch. XI: Réflexion des ondes électro-magnétiques. — Ch. XII: Notes et compléments. — Impossible de résumer tout ceci; je ne veux parler que d'une question très importante et sur laquelle M. Poincaré est revenu en plusieurs endroits de son livre.

Lorsque les courants sont périodiques, et de périodes très courtes, la force magnétique est nulle dans l'intérieur des conducteurs, sauf tout près de la surface; il en résulte que la partie du courant qui est due aux phénomènes d'induction électrodynamique se localise très près de la surface du conducteur, tandis que celle qui est due aux phénomènes d'influence électrostatique reste répartie dans tout l'intérieur du conducteur. Or cette dernière partie est proportionnelle à λ ; elle est donc nulle dans la théorie de Maxwell, et le courant périodique est alors tout entier confiné près de la surface. C'est ce que M. Poincaré établit solidement. Malheureusement il porte son attention sur ce fait que le courant est nul à l'intérieur; il oublie en partie le courant superficiel, et la force électromotrice, tangente à la surface, qui reste nécessaire pour produire ce courant, force d'autant plus grande pour une même intensité totale que l'épaisseur de la couche dans laquelle le courant se propage est plus faible; il traite le conducteur comme ayant une conductibilité infinie pour des oscillations très rapides, ce qui est vrai pour l'intérieur, mais non pour la couche superficielle, dont au contraire il faudrait, si l'intensité totale était donnée, traiter la *résistance* comme infinie. Mais lorsque le conducteur est isolé dans un espace soumis à des variations périodiques très rapides, il semble bien que la densité du courant doit être très petite, même très près de la surface. M. Poincaré, regardant cette densité comme rigoureusement nulle jusqu'à la surface même du conducteur, en tire la conséquence que la force électrique dans l'isolant doit aboutir normalement à la surface du conducteur, dans la théorie de Maxwell. Cette propriété qui ne s'applique certainement pas dans le cas où l'intensité totale du courant dans le conducteur serait donnée, ne me paraît pas solidement établie. M. Poincaré est revenu d'ailleurs à plusieurs reprises sur cette question, et malgré l'importance qu'il y attache à juste titre, paraît encore incertain (p. 217). Toutefois il l'emploie en quelques endroits de la théorie des expériences de Hertz; il importe donc de lire ces chapitres avec une extrême attention.

Je ne saurais mieux faire, pour terminer, que de reproduire les conclusions mêmes de M. Poincaré: « La « théorie est incomplète, les expériences sont peu nombreuses et contradictoires. Il est impossible de décider s'il y a accord ou désaccord. Je termine encore « par un point d'interrogation. Toutefois, s'il m'est « défendu de conclure, je puis parler de l'impression « que me causent les plus récents progrès de la « science, et que le lecteur partagera, sans doute après « avoir lu ces notes. Cette impression, encore bien « vague, est que l'ensemble des résultats est plus favorable aujourd'hui à la théorie de Maxwell qu'il y a « quelques mois, au moment où j'ai clos mon cours. »

Marcel BRILLOUIN.

Barbier et Roux. — Recherches sur la dispersion dans les composés organiques. — *Comptes Rendus*, 1889-1890. *Bulletin de la Société chimique*, 1890.

Brühl. — Sur la relation entre la dispersion et la constitution chimique des corps. — Nouvelle détermination des réfractions atomiques. — *Zeitschrift für physikalische Chemie*, 1891.

Gladstone. — Réfraction et dispersion moléculaires de diverses substances. — *Journal of chemical Society*, 1891.

Les premières recherches sur la réfraction et la dispersion dans les composés organiques ont été effectuées à peu près simultanément vers 1860, par Schrauf d'une part, Gladstone et Dale d'autre part. Schrauf calculait au moyen de ses expériences les coefficients de la formule de Cauchy réduite à deux termes.

$$n = A + \frac{B}{\lambda^2}$$

et employait alors les formules suivantes :

$\frac{A^2 - 1}{d}$, M, d étant la densité, M le poids moléculaire, représentait le pouvoir réfringent moléculaire.

$\frac{B}{d^2}$, M représentait le pouvoir dispersif moléculaire.

Ces expressions ne sont pas indépendantes de la température ; de plus les données expérimentales sur lesquelles s'appuyait Schrauf étaient peu nombreuses et peu exactes. Aussi n'a-t-il pas obtenu de résultat bien net.

Gladstone a recherché, dans de nombreux mémoires, la relation qui existe entre la réfraction et la dispersion d'un composé et celle de ses composants. Il étudie l'expression $\frac{n-1}{d}$ qui est sensiblement indépendante de la température comme le font voir de nombreuses observations. Le pouvoir dispersif est mesuré par la différence des valeurs de cette expression pour les raies extrêmes du spectre.

$$\frac{n_D - 1}{d} - \frac{n_A - 1}{d} = \frac{n_D - n_A}{d}$$

le produit de cette expression par le poids moléculaire sera la dispersion moléculaire.

Gladstone étudie simultanément la réfraction moléculaire $\frac{n_D - 1}{d}$, M et la dispersion moléculaire $\frac{n_D - n_A}{d}$, M.

M. Brühl, dans ses recherches sur la même question, a adopté comme expression du pouvoir réfringent la valeur $\frac{n^2 - 1}{(n^2 + 2)d}$.

Les recherches théoriques de Lorenz et Lorentz en particulier ont montré que cette expression devait être indépendante de la température et de l'état d'aggrégation des corps. Le dernier mémoire de M. Brühl contient un certain nombre de tableaux destinés à montrer comment les observations faites jusqu'ici vérifient cette constance. Les variations produites sur la réfraction et la dispersion par la température et le passage d'un corps à l'état de vapeur par exemple, sont sensiblement plus petites que pour la formule de Gladstone ; elles sont tout à fait de l'ordre des erreurs à craindre sur les mesures.

La dispersion moléculaire est donc, pour M. Brühl, représentée par la formule

$$\left(\frac{n_D^2 - 1}{n_D^2 + 2} - \frac{n_A^2 - 1}{n_A^2 + 2} \right) \frac{M}{d}$$

Les résultats obtenus par MM. Gladstone et Brühl concordent dans leurs grandes lignes. M. Gladstone a reconnu d'ailleurs que la formule de M. Brühl présentait plus d'exactitude que la sienne, mais ne changeait

pas le sens des résultats. Les faits principaux qui ressortent des mémoires de ces deux savants sont les suivants :

Dans un grand nombre de cas, la réfraction et la dispersion moléculaire peuvent être obtenues en faisant la somme des réfractions ou dispersions atomiques, des éléments du corps considéré. L'étude des cas où cette règle ne s'applique pas montre qu'il faut tenir compte du mode de liaison des atomes qui constituent la molécule. Ainsi la réfraction atomique ou la dispersion atomique du carbone ne sera pas la même suivant que l'atome de carbone considéré sera attaché, dans la formule de constitution, par une liaison simple double, ou triple. La dispersion atomique des éléments monovalents est donc constante. Il n'en est plus de même pour les éléments plurivalents, et l'étude de la réfraction et de la dispersion moléculaires d'un composé peut donner des indications précieuses sur sa constitution.

Il n'y a pas de relation entre les variations de la réfraction et celles de la dispersion. Ces deux grandeurs donnent des indications qui se complètent mutuellement.

Voici d'après M. Brühl, les valeurs qu'il convient d'adopter pour les réfractions et dispersions atomiques.

NOM DE L'ÉLÉMENT	RÉFRACTION ATOMIQUE	DISPERSION ATOMIQUE
Carbone à liaison simple.....	2.365	0.039
Hydrogène.....	1.103	0.036
Oxygène (du groupe oxyhydrique).....	1.506	0.019
Oxygène (liaison étherée double).....	1.655	0.012
Oxygène (du groupe carbonyle).....	2.328	0.086
Chlore.....	6.014	0.176
Brome.....	8.863	0.348
Iode.....	15.808	0.774
Liaison éthylique = ...	1.836	0.23
Liaison acétylénique = ...	2.22	0.19

MM. Barbier et Roux ont publié depuis quelque temps une série de mémoires sur la dispersion des composés organiques. Le premier débute par cette phrase : « La dispersion n'a jamais été étudiée au point de vue des relations qui lient cette propriété physique des corps à leur composition, leur poids moléculaire et leur constitution chimique. » Cette ignorance des travaux de leurs prédécesseurs explique le choix de la constante adoptée par MM. Barbier et Roux. Ces savants prennent comme pouvoir dispersif l'expression $\frac{B}{d}$, B étant le

2^e coefficient de la formule de Cauchy. C'est, à un facteur près, l'expression de Schrauf. Or B n'est pas indépendant de la température et de l'état du corps, et de plus, M. Brühl a montré que la formule de Cauchy, même développée, ne pouvait représenter avec exactitude le phénomène de la dispersion, sauf pour les corps très faiblement dispersifs comme les gaz. Cette objection diminue beaucoup l'intérêt des recherches de MM. Barbier et Roux, les relations qu'on peut déduire de leurs mesures n'étant plus que des approximations plus ou moins lointaines. D'ailleurs ces savants n'ont pas cherché de relation entre le pouvoir dispersif d'un composé et celui de ses éléments et se sont bornés jusqu'ici à signaler que, dans les séries homologues, cette grandeur varie à peu près régulièrement avec le poids moléculaire.

Georges CHARPY.

Keiser (E. H.). — Sur le poids atomique du palladium. *Chemical American Journal*, 11 p. 398.

Mallet (J. W.). — Sur le poids atomique de l'or. *Chemical American Journal*, 12, p. 99 et 182.

Les recherches de M. Joly¹ ayant démontré que le poids atomique du ruthénium est seulement de 101,4

¹ *Comptes rendus* 108.94.

et non pas 103,5 à 104 comme on l'admettait jusqu'alors, il y avait un certain intérêt de répéter la détermination du poids atomique du rhodium et du palladium. Ces deux éléments appartiennent en effet à la même famille naturelle que le ruthénium, et l'on peut se demander dans quel ordre ces trois corps simples doivent être classés.

M. Keiser a entrepris ce travail de revision, en ce qui concerne le palladium seulement. Il a préparé avec beaucoup de soin une combinaison double cristallisée du chlorure de palladium et de l'ammoniaque. Il y a ensuite dosé le palladium par calcination. Deux séries d'expériences très concordantes lui ont donné $\text{Pd} = 106,33$, résultat qui confirme et vient préciser les valeurs trouvées précédemment 103,7 à 106,5. Ce résultat est calculé dans l'unité 0 = 15,96.

Le poids atomique de l'or a été l'objet de travaux importants de M. Mallet, bien connu par ses recherches antérieures sur le poids atomique de l'aluminium. Jusqu'en 1887 on ne possédait sur cette question qu'un très petit nombre de données sérieuses, à savoir :

Deux déterminations de Berzelius remontant à l'année 1813 : $\text{Au} = 196,7$; cinq analyses du chlorure double d'or et de potassium, également dues à Berzelius (1844) : $\text{Au} = 196,2$; enfin deux dosages de Levol (1850) donnant comme résultat : $\text{Au} = 195,8$.

Il y avait donc nécessité absolue de reprendre cette question restée si longtemps sans solution définitive. On se rappelle que c'est en 1887 que de nouvelles déterminations ont été faites d'une façon tout à fait indépendante par M. G. Krüss en Allemagne et par MM. Thorpe et Laurie à Londres. M. Krüss, en employant cinq méthodes différentes, arrivait au résultat $\text{Au} = 196,669$ comme moyenne de 30 déterminations. MM. Thorpe et Laurie qui ont opéré par trois méthodes, ont trouvé $\text{Au} = 196,85$ (moyenne de 25 déterminations). Ces deux résultats sont calculés dans le système 0 = 15,96.

M. Mallet a cherché à varier encore davantage les procédés et a pu faire ainsi sept séries de nouvelles déterminations. Voici les méthodes adoptées par le savant américain :

1^o Déterminer le rapport de l'or à l'argent en transformant un poids donné d'or en son chlorure et en précipitant le chlore par l'argent préalablement dissous dans l'acide azotique : $\text{Au} = 196,722$.

2^o et 3^o Déterminer le même rapport en passant par le bromure d'or et par le chlorure double d'or et de potassium : $\text{Au} = 196,79$ et $\text{Au} = 196,773$.

4^o Calciner un poids donné de chlorure double d'or et de triméthylammonium et peser le résidu d'or : $\text{Au} = 197,225$.

5^o Déterminer le rapport de l'or à l'argent en électrolysant par le même courant deux solutions contenant l'une un sel d'or, l'autre un sel d'argent; peser ensuite les quantités de ces deux métaux déposées dans le même temps : $\text{Au} = 196,823$.

6^o Transformer un poids donné d'or en cyanure double d'or et de potassium; électrolyser la solution de ce sel et mesurer le volume d'hydrogène dégagé, ce qui donne tous les éléments pour calculer le rapport direct de l'or à l'hydrogène, unité des poids atomiques : $\text{Au} = 197,137$.

7^o Transformer un poids donné d'or en chlorure ou en bromure. Déplacer l'or dans les solutions de ces sels par un poids connu de zinc pur. Dissoudre l'excès de zinc par l'acide sulfurique et mesurer le volume d'hydrogène dégagé. Traiter ensuite par l'acide sulfurique le même poids de zinc pur que celui employé dans la première expérience et mesurer le volume d'hydrogène dégagé. La différence des deux volumes correspond au volume que l'or peut théoriquement dégager en se transformant en chlorure ou en bromure : $\text{Au} = 196,897$.

De l'ensemble de ses expériences M. Mallet déduit la valeur finale $\text{Au} = 196,940$, toujours dans le système 0 = 15,96.

Pour donner une idée de la précision avec laquelle le poids atomique de l'or se trouve ainsi déterminé, nous réunissons dans le tableau suivant les moyennes obtenues par M. Krüss, MM. Thorpe et Laurie et M. Mallet.

M. Krüss.	196,622
"	196,619
"	196,620
"	196,743
"	196,741
MM. Thorpe et Laurie.	196,876
"	196,837
"	196,842
M. Mallet	196,722
"	196,790
"	196,775
"	196,775
"	197,225 ×
"	196,823
"	197,137 ×
"	196,897

En éliminant les deux séries marquées d'un signe × (qui s'écartent beaucoup de la moyenne), on trouve comme valeur la plus probable du poids atomique de l'or : $\text{Au} = 196,76$, avec une incertitude de $\pm 0,14$, soit de $\frac{7}{10,000}$. Les méthodes actuelles ne peuvent guère donner une plus grande exactitude.

Ph. A. GUYE.

3^o Sciences naturelles.

Tietze (Dr Emil). — *Die Geognostischen Verhältnisse der Gegend von Krakau. (La Géologie des environs de Cracovie), In-8, 416 p. mit einer Kartenbeilage, bestehend aus 4 Blättern (Extrait du Jahrbuch der K. K. Geol. Reichsanstalt, 37. Bd.) Vienne, A. Hartner, 1888.*

La géologie des environs de Cracovie a déjà fourni la matière de nombreuses publications, parmi lesquelles la carte de Hohenegger et Fallaux et la description de la Haute-Silésie due à F. Römer sont justement considérées comme classiques. M. Tietze, reprenant ces anciennes observations et les combinant avec les résultats de ses études personnelles, entreprises au cours du levé de la carte géologique détaillée de l'Autriche, nous donne cette fois une monographie des plus complètes; la région examinée présente d'ailleurs un grand intérêt, à cause de sa situation à la limite entre deux zones dont l'histoire a été bien différente : d'une part, l'Europe centrale, avec ses couches secondaires peu dérangées; de l'autre, la zone des plissements alpins, représentée ici par le bord des Karpathes, et où une grande partie de la série tertiaire a été disloquée d'une manière énergique.

Le massif de collines qui s'étend au Nord de la Vistule appartient à la première division : on y trouve des couches dévonienues et carbonifères, prolongement oriental des terrains similaires de la Silésie; puis, en discordance, une série lacunaire de couches transgressives, débutant par un étage (calcaire de Karniowic) dont l'attribution soit au Permien, soit à la base du Trias, est encore douteuse; au-dessus vient un Trias assez développé, du type germanique, et dont les termes successifs débordent les uns sur les autres. Le Lias est absent et les dépôts marins, de plus en plus calcaires, ne recommencent qu'avec l'oolithe inférieure : c'est au Bathonien et au Callovien qu'appartient le célèbre gisement de Balin. A la fin de la Période jurassique, la région se disloque légèrement, et en même temps commence une période d'émersion prolongée, interrompue seulement par la transgression marine du Crétacé supérieur.

Quant au bord des Karpathes, les données positives n'apparaissent qu'avec le Jurassique supérieur, dont les affleurements constituent au milieu du Flysch les singuliers pointements rocheux que les géologues allemands ont désignés sous le nom de *Klippen* (réefs);

aussitôt après le dépôt des puissantes assises calcaires correspondantes, il semble y avoir eu production d'une ride saillante, formant comme la première indication de la chaîne future; cette ligne de relief, dont l'existence permet d'expliquer simplement l'origine des *blocs exotiques* que l'on rencontre au milieu des dépôts plus récents, a été ensuite enterrée sous la masse épaisse des sédiments crétacés et éocènes. Les mouvements de plissement, s'accroissant de plus en plus, ont atteint vers la fin de la période oligocène leur maximum d'intensité: c'est de cette époque que date l'émersion définitive du pays, abstraction faite de quelques golfes étroits qui prolongeaient vers le sud la mer miocène, reléguée dans l'emplacement des plaines du nord. Les mouvements ont d'ailleurs continué en s'atténuant, car ces lambeaux miocènes discordants sont eux-mêmes fortement redressés sur les flancs des montagnes.

Un dernier épisode correspond à l'invasion partielle des glaces quaternaires; les blocs erratiques d'origine septentrionale s'observent jusque sur la rive sud de la Vistule, à des altitudes comprises entre 300 et 400 mètres.

L'important travail de M. Tietze est accompagné d'une belle carte géologique en quatre feuilles, à l'échelle du $\frac{1}{75000}$, et sur laquelle 47 divisions ont été distinguées. Il y a lieu toutefois de regretter l'absence complète de coupes graphiques, qui facilitent toujours singulièrement l'exposition des faits relatifs à l'agencement des masses minérales, surtout quand il s'agit d'une structure aussi compliquée que l'est celle de la région décrite par M. Tietze. Emm. de MARGERIE.

Kramer (E.). — La maladie visqueuse du vin. *Oesterreich. land. Wochenbl.* 1889, XV, 258; *Biederm. Centralbl.*, XIX, 134.

On sait que cette maladie attaque surtout les vins blancs, les rend filants, visqueux, et leur donne une saveur fade et mucilagineuse. MM. Pasteur, Neesler, Bersch et Béchamp ont déjà établi que cette affection du vin est due au développement d'une ou de plusieurs espèces de bactéries. M. Kramer a reconnu au moins trois bactéries produisant cette altération des liquides: 1° le *Bacillus viscosus Sacchari* attaquant les solutions de sucre de canne neutres ou alcalines; 2° le *Bacillus viscosus Vini* rendant visqueuses les solutions de sucre de raisin acides et le vin; enfin 3° une bactérie à laquelle on doit la viscosité du lait.

La maladie du vin n'est pas due au premier bacille qui ne peut supporter ni les solutions acides, ni même le vin. En examinant les vins visqueux au microscope, on observe des bâtonnets fins et allongés, formant souvent des chaînes assez longues, et si nombreux qu'on peut dès le premier abord les accuser de la viscosité du vin. L'auteur a pu cultiver ce bacille à l'état de pureté dans du vin stérilisé et garanti du contact de l'air par une couche d'huile; ces vins sont devenus visqueux au bout de 4 à 8 semaines. La maladie du vin est donc bien produite par le *Bacillus viscosus Vini*; cette bactérie est anaérobie et se développe surtout entre 15° et 18° de chaleur; elle ne supporte pas une température supérieure à 30°; elle exige la présence du sucre de raisin et forme du mucilage, de l'acide carbonique et de la mannite, cette dernière substance étant produite par la combinaison de l'acide carbonique et de l'hydrogène naissant qui sont les produits primaires de la fermentation visqueuse. A. HÉBERT.

Pagnoul. — Travaux de la station agronomique du Pas-de-Calais. *Annales agronomiques*; tome XVI, page 307, 1890, G. Masson, 120, boulevard Saint-Germain, Paris.

Le mémoire du savant directeur de la station agronomique d'Arras comprend plusieurs parties qui traitent de divers sujets agricoles et dont nous allons successivement rendre compte.

1° *Note relative à l'analyse et à la vente des betteraves.* — L'auteur rappelle que la vente des betteraves de sucre-

rie ne se fait plus qu'en prenant sa richesse pour base, et il examine les trois méthodes qu'on peut adopter pour évaluer cette richesse, en se contentant d'en signaler les avantages et les inconvénients et sans en préconiser aucune. La plus commode, sinon la plus exacte, consiste dans la détermination de la densité du jus: on doit employer un densimètre marquant 0 dans une dissolution saline dont le litre pèse 1000 grammes à 15° et non dans l'eau à 15° qui ne pèse au litre que 999⁹/₁₆, ce qui majore les indications de 0,1 de degré. Les observations doivent naturellement être faites à 15°, sinon il faut faire une correction indiquée par des tables spéciales, qui ne sont pas rigoureusement exactes, à cause de la variété de la composition et par suite de la dilatation des jus. La lecture se fait sur le prolongement de la surface horizontale du liquide et non au sommet du ménisque; enfin on doit attendre environ un quart d'heure avant de plonger le densimètre dans le liquide afin que la mousse aie le temps de tomber.

Connaissant la densité du jus, sachant que le degré 6, 3 du densimètre correspond en moyenne à 14,00 de sucre par décilitre et que chaque dixième de degré et plus équivaut à 0⁶/₂₆ de sucre, on peut obtenir approximativement la richesse de la betterave; mais ces moyennes peuvent s'écarter sensiblement de la vérité pour un échantillon isolé; de plus les résultats varient avec le mode de râpage, la finesse de la pulpe, l'intensité de la pression; tous ces inconvénients sont compensés seulement par la grande simplicité du procédé. Dans la 2^e méthode, par l'analyse des jus au saccharimètre, après purification par les sels de plomb, on admet que le jus représente les $\frac{95}{100}$ du poids de la betterave, ce qui n'est pas toujours exact; de plus, la richesse des jus décroît à mesure que la pression augmente, de sorte que le jus analysé est plus riche que celui restant dans la betterave.

La méthode la plus exacte: analyse directe de la pulpe au saccharimètre, doit exiger l'épuisement complet de la pulpe et l'élimination des substances étrangères influant sur l'observation saccharimétrique. Le procédé de M. Pellet est le meilleur sous ce rapport: 16⁵/₁₉ de pulpe sont introduits dans un ballon de 100 centimètres cubes avec 5 centimètres cubes de sous-acétate de plomb à 30° B. On remplit presque entièrement d'eau et on chauffe 1 heure environ au bain-marie; on ramène à 15°; on complète le volume à 100 c.c. 9 pour tenir compte du volume de l'insoluble; on agite, on filtre et on observe au saccharimètre Laurent avec le tube de 20 centimètres; on a directement le sucre pour 100 de betteraves.

Dans l'étude de cette première question, M. Pagnoul se livre à d'autres considérations de détail, également intéressantes, mais dont nous ne pourrions rendre compte sans dépasser le cadre qui nous est assigné.

2° *Observations diverses relatives aux analyses de betteraves faites pendant la campagne de 1889.* — La saison avait été excellente pour les betteraves; les racines obtenues avaient un poids moyen assez fort (688 grammes); la pureté moyenne était de 87; la densité du jus était 7,56 contenant 17²²/₁₀₀ de sucre par décilitre.

L'auteur profite de ses nombreuses observations analytiques pour établir une relation entre la densité et la richesse du jus en 1889, et, par comparaison, il fait la remarque que cette année, la pureté des betteraves est plus grande que d'ordinaire.

Enfin M. Pagnoul signale les pertes en sucre éprouvées par les betteraves conservées, surtout quand elles sont coupées. Il attribue ces pertes à une combustion ou à une fermentation des matières sucrées.

3° *Note additionnelle relative à l'altération des betteraves coupées.* — Revenant sur cette question, l'auteur cite quelques expériences confirmant sa manière de voir déjà citée, notamment la production d'acide carbonique et d'alcool par séjour de pulpes ou de morceaux de betteraves dans des ballons; de plus M. Pagnoul a constaté que le chloroforme entrave la fermentation, sans l'arrêter complètement.

4° *Expériences sur le blé cultivé dans un sable siliceux stérile.* — Les cultures ont été faites dans des vases de 15 litres contenant du sable dans lequel on introduisait par arrosage toutes les combinaisons des principaux engrais (nitrique, ammoniacal, phosphaté soluble et insoluble, potassique). Voici les conclusions de ces expériences qui ont duré de fin novembre à fin juin :

L'azote nitrique a été bien préférable à l'azote ammoniacal ; dans ce dernier, la potasse a produit meilleur effet que dans l'engrais nitrique ; enfin la présence de l'acide phosphorique est encore plus nécessaire que celle de l'azote et la meilleure manière de l'appliquer est la forme de superphosphate.

5° *Composition de fourrages, pulpes, etc., employés pour la nourriture des bestiaux.* — M. Pagnoul rappelle les méthodes qu'il a suivies dans ces analyses et qui sont celles qui servent d'ordinaire dans les laboratoires scientifiques ; il donne le tableau d'une quarantaine d'analyses dont il tire les observations suivantes :

Le foin de trèfle est le fourrage le plus riche en azote ; quant aux pulpes et aux racines, voici l'ordre décroissant de leurs propriétés nutritives : drèches de brasserie, pulpes de diffusion, pulpes de presses, betteraves. Les matières grasses et l'acide phosphorique sont abondants dans les tourteaux, le son et les drèches ; les hydrates de carbone prédominent dans les lentilles, le son, l'avoine, les drèches, les betteraves et les carottes.

6° *Influence des feuilles et de la lumière dans le développement des tubercules de la pomme de terre.* — Ces expériences ont été faites dans des pots en grès remplis de terre fertile et bien homogène ; la variété cultivée a été la « Richter's Imperator ». L'influence des feuilles a été constatée sur trois plants : l'un non effeuillé, l'autre demi-effeuillé, le troisième complètement effeuillé, et qui ont donné respectivement une récolte de tubercules pesant 1,000 grammes, 960 grammes et 610 gr. L'influence de la lumière a porté sur trois plants placés chacun sous une cloche : l'une en verre incolore, la seconde en verre violet, la dernière en verre noir ; les poids des tubercules obtenus étaient de 610 gr., 420 grammes et 210 grammes.

M. Pagnoul fait remarquer que ces observations confirment pleinement les idées émises par M. Aimé Girard qui explique la formation de la fécula en admettant qu'elle a pour origine la saccharose sécrétée dans les feuilles sous l'influence de la lumière. A. HEBERT.

Ward (H.). — *Plant Organization* (0 fr. 75) *Ginn et Cie*, 7-13 Tremont Place, Boston, 1890.

L'ouvrage dont H. Ward fait paraître aujourd'hui la deuxième édition, bien que s'adressant surtout à ceux qui commencent à faire de la botanique, n'en est pas moins une œuvre originale sur laquelle nous appelons tout particulièrement l'attention des personnes qui s'intéressent aux choses de l'enseignement. L'auteur s'est proposé en effet de faire servir l'étude de la botanique au développement de l'esprit d'observation, ce qui doit être, selon nous, le but de l'enseignement des sciences naturelles dans les classes inférieures. Après avoir énuméré sommairement, trop sommairement peut-être, les principales formes que peuvent affecter les divers organes d'une plante, l'auteur a reproduit dans chacune des pages suivantes un questionnaire très détaillé auquel l'élève doit répondre après examen d'une plante qu'il a entre les mains. L'ouvrage de H. Ward est essentiellement un *cahier d'élève* ; mais sous sa forme modeste il constitue une méthode originale d'enseignement et c'est à ce titre que nous en recommandons l'examen.

Henri Lecomte.

Coues (Elliott), professeur. — *Handbook of field and general Ornithology, a Manual of the Structure and Classification of Birds with instructions for collecting and preserving specimens.* (*Manuel d'Ornithologie générale*) (12 fr. 50.) London, Macmillan and Co, Bedford Street, 29, Covent Garden (London), 1890.

L'ouvrage du professeur Coues publié à Londres est

la réimpression de parties importantes d'un livre du même auteur paru en Amérique sous le titre *Key to North American Birds*. Le nouveau volume est divisé en deux parties. La première, « Field Ornithology », comprend les instructions nécessaires à la récolte et à l'observation des oiseaux dans la campagne, ainsi qu'à la préparation et à la conservation des spécimens pour l'étude et la collection. Cette première partie est remplie de détails pratiques clairement exposés ; l'auteur a eu soin de placer à côté des méthodes générales des conseils relatifs aux cas particuliers qu'on peut rencontrer soit dans la préparation des peaux, soit dans la manière de monter les oiseaux. Un chapitre intéressant est réservé aux parasites qui s'attaquent aux collections.

La deuxième partie, « General Ornithology », traite de la classification, des caractères zoologiques et de la structure anatomique des oiseaux. Au sujet de la classification l'auteur a écrit un article de généralités, mais n'a pas donné le tableau d'un groupement quelconque. Il préconise la nomenclature trinomiale chère aux ornithologistes et aux lépidoptérologistes qui ont à décrire trop fréquemment des variétés soit de couleur, soit de taille. L'étude des parties extérieures, plumes, ailes, pattes et la description du squelette forment un des plus importants chapitres de la deuxième partie. Pour le reste de l'anatomie, on ne trouve guère que des indications sommaires, que viennent compléter de bonnes figures, en grande partie originales. Cet ouvrage sera certainement utile aux ornithologistes et mérite de leur être signalé. L'impression en est soignée, bien que les caractères soient un peu petits.

D^r H. BEAUREGARD.

Ménégaux (A.). — *Recherches sur la circulation des Lamellibranches marins.* Thèse de la Faculté des sciences de Paris. 1890.

En étudiant l'appareil circulatoire des Lamellibranches, M. Ménégaux abordait un sujet qui, certes, n'était pas neuf, mais dans lequel cependant il était certain de trouver du nouveau. Car si la question des capillaires, et celle de la communication de l'appareil circulatoire avec l'extérieur, ont fourni matière à de nombreux mémoires, il faut remarquer que les recherches avaient presque toujours eu pour objet les mêmes espèces les plus vulgaires, l'anodonte et la moule, tandis que les autres Lamellibranches étaient fortement négligés. M. Ménégaux a apporté dans son mémoire des preuves nouvelles à l'appui de cette opinion que le système circulatoire des Lamellibranches est clos, et dans un chapitre spécial sur la *turgescence*, il montre que l'afflux du sang dans certaines régions suffit pour en provoquer l'érection, et il indique le rôle important joué dans cet acte par l'orifice *bojano-pédieux*.

En étudiant le système circulatoire artériel et veineux dans un grand nombre de formes (70 espèces appartenant à 42 genres), M. Ménégaux a comblé une grosse lacune. Nous ne le suivrons pas dans cette étude un peu aride, et qui, parfois, n'offre qu'un intérêt purement descriptif ; il faut néanmoins savoir gré à l'auteur d'avoir entrepris et mené à bien cette tâche, car elle était ingrate et exigeait de sa part une grande habileté manuelle dont il convient de le féliciter.

Je m'occuperai plutôt d'une partie de son travail qui offre un intérêt beaucoup plus général ; je veux parler de l'étude de la branchie, qui conduit à des considérations phylogénétiques sur les relations des Lamellibranches et à une classification tout à fait naturelle de cet ordre. Toutefois, il est juste de faire remarquer que M. Ménégaux avait été précédé dans cette voie brillante par M. Pelseener qui a, le premier, reconnu l'importance des caractères fournis par la branchie et s'en est servi pour établir une classification en cinq ordres naturels. Il me semble même que, tout en fournissant sur la structure de la branchie des renseignements plus nombreux que ceux donnés par Pelseener, M. Ménégaux ne lui rend pas suffisamment justice, et ne fait

pas ressortir avec assez de générosité l'importance des remarques et des idées de son devancier.

C'est une grosse erreur de croire que les Lamellibranches possèdent deux branches de chaque côté; Pelseener a montré qu'ils n'ont, comme les Gastéropodes inférieurs (Diotocardes), qu'une seule branche de chaque côté, qui apparaît sous forme d'une double rangée de tubérosités développées sur un axe longitudinal. Chaque rangée, en se développant, forme habituellement une lame comprenant un *feuillelet direct* et un *feuillelet réfléchi*. Mais dans certaines familles (*Nuculidés*, etc...) dont Pelseener a fait le groupe des PROTOBRANCHIÉS et M. Ménégau celui des FOLIOBRANCHIÉS, les tubérosités, en se développant, restent isolées et se transforment en filaments aplatis, dont l'ensemble constitue une branche identique à la branche bipectinée des Diotocardes. C'est bien la forme la plus simple de l'appareil branchial, qui représente l'état embryonnaire de l'appareil chez les autres Lamellibranches et il est intéressant de remarquer que cette forme s'observe chez les Lamellibranches les plus anciens.

Dans un deuxième groupe, les FILIBRANCHES de M. Ménégau, se rangent les formes dont les branches, formées chacune par un *feuillelet direct* et par un *feuillelet réfléchi*, sont constituées par des filaments, tantôt indépendants les uns des autres (*Arcadés*, *Trigonidés*), tantôt reliés par des bouquets de cils ou des tubérosités d'attache (*Mytilidés*, *Ostréidés*). Pour indiquer plus nettement cette différence, M. Pelseener avait établi, avec raison selon nous, deux groupes distincts, celui des FILIBRANCHIÉS et celui de PSEUDOLAMELLIBRANCHIÉS, correspondant à ces deux états de la branche.

Dans toutes les familles précédentes l'union des filaments étant très lâche, la branche, quelle que soit sa complexité, est toujours résoluble en filaments simples. Il n'en est plus de même lorsque les disques d'union interfilaireux sont traversés par un vaisseau anastomotique, ou que les deux *feuillelets directs* et *réfléchis* sont reliés par des vaisseaux. Les branches deviennent alors de vraies lamelles compactes, perforées par des fenêtres, dans lesquelles les vaisseaux offrent un trajet des plus compliqués. Cette disposition caractérise les EULAMELLIBRANCHES de MM. Pelseener et Ménégau, groupe qui comprend un très grand nombre de familles.

Enfin les deux auteurs réunissent sous le nom de SEPTIBRANCHES quelques types dont les branches, perdant leur structure, deviennent une cloison musculaire divisant la cavité palléale en deux chambres.

Il est à remarquer que les Filibranches et les Pseudolamellibranches correspondent aux *Asiphoniens*, c'est-à-dire aux Lamellibranches les plus primitifs, et les Eulamellibranches aux *Siphoniens*, qui sont les derniers venus sur le globe. La classification de M. Pelseener résume donc très fidèlement l'histoire des Lamellibranches. Or, si on compare les Lamellibranches aux Gastéropodes inférieurs (Diotocardes), on voit qu'ils ont, comme eux, le cœur traversé par le rectum, les branches paires et bipectinées, les oreillettes et les reins doubles, deux aortes, etc. Tous ces caractères communs indiquent une origine commune : c'est ce que fait remarquer fort à propos M. Ménégau, mais sans insister sur cette importante question. A notre avis il y avait là matière à un chapitre très intéressant et original, qui aurait fort bien trouvé sa place à la fin du mémoire.

R. KIEHLER.

De Boeck et Verhoogen. — Contribution à l'étude de la circulation cérébrale. *Journal de médecine, de chirurgie et de pharmacologie*, n° 21, 1890.

Les physiologistes qui ont étudié la circulation cérébrale ne l'ont étudiée que dans son ensemble. On savait depuis Duret que les artères cérébrales se partagent en deux groupes distincts, à propriétés différentes (système cortical et système basilaire). Les

auteurs montrent que les conditions physiologiques de la circulation dans ces deux systèmes peuvent être différentes, que la quantité de sang qui y passe peut varier dans l'un d'eux indépendamment de l'autre.

L'étude des lois physiques de la circulation cérébrale permettrait de prévoir qu'il devait en être ainsi. C'est ce que les auteurs font ressortir, en tenant compte des propriétés physiques différentes des artères dans les deux territoires de distribution, cortical et basilaire. Toutes choses égales d'ailleurs, la circulation des liquides dans les canaux capillaires est fonction de la pression et de la viscosité du liquide considéré. La section du tube et sa longueur, la nature du liquide et sa température, la nature de la paroi et aussi l'état électrique du liquide déterminent la pression-limite à laquelle le liquide commence à se mettre en mouvement.

Les artères du système ganglionnaire (basilaire ou central) naissent au voisinage de l'hexagone de Willis. Elles sont nombreuses, généralement disposées en angle droit par rapport au vaisseau d'origine, elles sont volumineuses et courtes au point de rendre minime le trajet du cœur aux ganglions de la base.

Les artères du système cortical (périphérique) sont d'un calibre moindre et d'une longueur plus grande, elles constituent les branches terminales des vaisseaux naissant de l'hexagone. Après avoir contourné la surface des circonvolutions, elles pénètrent enfin dans leur intérieur et se divisent en une infinité de branches d'une ténuité extrême.

La circulation cérébrale peut donc être représentée schématiquement par deux arcs de cercle à origine et à terminaison communes, mais à trajets intermédiaires distincts. Les pressions-limites correspondant à ces deux circuits sont très différentes. Si l'on abaisse peu à peu la pression générale, on obtient bientôt un moment où il y aura arrêt de la circulation dans les capillaires longs et fins, tandis que le passage du liquide continuera à se faire dans les vaisseaux de la base. C'est ce qu'il fallait constater chez l'animal vivant et par les méthodes physiologiques. Pour faire varier la circulation dans le cerveau, les auteurs se sont servis de trois réactifs : l'éther, l'anhydride carbonique et la morphine. L'éther et l'anhydride carbonique (asphyxie) exagèrent la circulation cérébrale dans son ensemble, mais à des degrés différents : l'éther a une action lente et progressive; l'action de l'asphyxie est beaucoup plus rapide. La morphine abaisse la pression sanguine; cependant la quantité de sang qui passe par le cerveau en un temps donné reste la même. Conformément au théorème physique exposé plus haut, il fallait s'attendre à voir la répartition du sang se modifier sous l'influence de cet agent, c'est ce que l'on constate : quoique la quantité totale de sang qui traverse le cerveau reste la même, la morphine anémie l'écorce tandis qu'elle exagère la circulation dans le système basilaire.

Quant au dispositif expérimental très ingénieux imaginé par les auteurs, il serait trop long de le décrire ici.

Jean MASSART.

4° Sciences médicales.

Gillis (Dr P.), Agrégé à la Faculté de Médecine de Montpellier. — Précis d'embryologie adapté aux sciences médicales, 1 vol. in biblioth. diamant. (6 fr.) G. Masson, Paris, 1891.

Dans ces dernières années, la connaissance de l'embryologie a pris une très grande place dans les études médicales. On s'est en effet pénétré peu à peu du grand principe formulé par Lamarck que « pour bien connaître les choses, il faut les voir venir », et l'on a compris qu'il n'était possible d'avoir une connaissance approfondie et raisonnée de l'anatomie qu'en l'éclairant des lumières si vives de l'embryologie. Si l'anato-

mie nous montre comment sont les choses, l'embryologie nous dit pourquoi elles sont ainsi, et elle rend tout naturels un grand nombre de faits qui sans elle seraient intelligibles ou tout au moins nous paraîtraient bizarres ou anormaux.

De cet état de choses est née la nécessité de mettre entre les mains des étudiants en médecine un livre résumant d'une manière claire, exacte et précise l'état actuel de l'embryologie élémentaire. C'est ce qu'a fort bien compris et réalisé M. Gilis dans le livre dont nous donnons ici l'analyse. Elevé à la rude école de l'enseignement, il a appris ce qu'il fallait dire et comment il fallait le dire; aussi a-t-il su éviter les digressions inutiles et cet entassement chaotique d'opinions discordantes, de vieilles théories et de faits douteux qui jettent le trouble et la confusion dans l'esprit du lecteur.

L'ouvrage se divise en deux parties. — La première contient l'étude de l'œuf des Oiseaux et des Mammifères; à propos de sa maturation, l'auteur fait un exposé fort clair de la karyokinèse. L'étude de l'œuf de l'*Amphioxus* lui permet de décrire la formation du blastoderme, la théorie de la gastrula, les théories de Hertwig sur le cœlome et le mésenchyme. L'ébauche de l'embryon, les formations provenant des divers feuilletts du blastoderme, les annexes du fœtus et le placenta en particulier sont ensuite soigneusement étudiés.

Dans la deuxième partie (organogénie), M. Gilis a étudié successivement le développement du squelette, des différents appareils, du système nerveux, des organes des sens; chemin faisant, on trouve l'explication des malformations avec lesquelles les chirurgiens et les médecins ont souvent à compter et dont il n'est pas indifférent de connaître l'origine, origine que les traités de pathologie n'expliquent pas toujours suffisamment.

Le livre de M. Gilis ne sera pas utile seulement aux étudiants en médecine; les élèves des facultés des sciences trouveront en lui un excellent guide pour leurs premiers pas; et plus tard, ils le consulteront encore avec profit quand ils voudront établir le bilan et faire le classement des notions acquises.

J. HÉRAÏL.

Segond (P.). — De l'hystérectomie vaginale dans le traitement des suppurations péritériennes.

Annales de gynécologie, Paris, 1891, t. I, p. 461.

Jusqu'à ces derniers temps la voie abdominale était, pour ainsi dire, seule employée dans le traitement des affections péritériennes. M. Bouilly avait bien timidement tenté de faire revivre l'incision vaginale, et M. Péan avait publié à l'Académie de médecine une série d'observations de castration utérine. On n'y avait prêté qu'une attention relative. M. Segond, qui vient de faire vingt-trois fois l'ablation vaginale de l'utérus et des annexes, s'en déclare partisan convaincu. Son plaidoyer enthousiaste, s'il n'entraîne pas l'adhésion générale, va tout au moins faire discuter la question et en provoquer une étude sérieuse qui manquait jusqu'ici.

D^r HENRI HARTMANN.

Lucas-Championnière (J.). — Sur la pratique antiseptique des accouchements. Le nettoyage des mains, Journal de médecine et de chirurgie pratiques, Paris, 1891, p. 49 et 129.

Nous ne pouvons analyser ce travail que devront lire dans le détail tous ceux qui s'intéressent non seulement à la pratique des accouchements, mais à celle de la chirurgie, la désinfection des mains étant capitale dans la pratique de l'antisepsie.

D^r HENRI HARTMANN.

Danilewsky (de Karkof). — Sur les microbes de l'infection malarique aiguë et chronique chez les Oiseaux et chez l'Homme. Ann. de l'Institut Pasteur, 1891.

L'infection malarique aiguë chez l'homme diffère de

la forme chronique non seulement par les symptômes, mais aussi par la forme des parasites sanguins. Dans la malaria aiguë, on a affaire à un petit hématozoaire amiboïde non pigmenté au début; dans l'infection chronique, on constate surtout les formes en croissant et le *Polimitus* flagellé.

En ce qui concerne les oiseaux, on retrouve dans la malaria chronique les mêmes formes flagellées que dans le sang de l'homme; les deux formes se développent dans les pseudo-vacuoles des hématies.

Ces faits étaient antérieurement connus par un travail du professeur Danilewsky; il y ajoute aujourd'hui l'étude des formes aiguës de la malaria chez les oiseaux. Les oiseaux peuvent contracter une infection malarique aiguë, pendant laquelle apparaissent dans leur sang des microbes intracellulaires, tout à fait analogues à ceux de l'homme dans la fièvre tierce ou quarte. La température de l'oiseau s'élève modérément (de 1° à 1°5), il perd l'appétit, devient apathique; son plumage se flétrit; on observe même des phénomènes de convulsions; le poids du corps diminue.

Les symptômes s'aggravent parallèlement à la multiplication du microbe. Tout le cycle de la maladie se termine en quatre à six jours; après quoi survient la guérison, c'est-à-dire la disparition des microbes du sang; l'état général redevient normal; au cours des expériences, plusieurs oiseaux succombèrent.

Pendant ces phénomènes morbides, l'examen du sang fait assister à l'évolution du parasite dans les globules sanguins.

Les expériences du professeur Danilewsky permettent d'affirmer que les hématozoaires des oiseaux sont des microbes malariques pathogènes, semblables à ceux de l'homme.

D^r H. DUBIEF.

Vincent (H.). — Présence du bacille typhique dans l'eau de Seine pendant le mois de juillet 1890. Ann. de l'Institut Pasteur.

La présence du bacille typhique dans les eaux de la Seine a été constatée maintes fois, et il suffirait de rappeler à ce sujet les travaux de MM. Brouardel, Thoinot, Loir. Mais c'est une question toujours vitale et intéressante pour la population, à laquelle on distribue généreusement la fièvre typhoïde pendant une partie de l'année. Comme certains observateurs ont insisté sur ce fait que la recherche du bacille typhique pouvait conduire à des erreurs résultant de la similitude de quelques micro-organismes entre eux, les recherches de M. Vincent présentent un certain intérêt, puisqu'elles établissent la présence certaine dans l'eau de Seine du bacille d'Eberth-Gaffky.

Dans les analyses d'eau de Seine, on trouve toujours côte à côte le bacille typhique et le *Bacillus Coli communis*; cela est peu étonnant, puisque ce dernier existe communément dans les matières fécales; il est d'ailleurs facile de les distinguer par les cultures sur les pommes de terre.

En ce qui concerne les bacilles pseudo-typhiques de M. Cassedebat, M. Vincent leur assigne quelques caractères qui permettent de les distinguer facilement du bacille d'Eberth.

Le pseudo-typhique n° 1 a liquéfié la gélatine le quatrième jour; le bacille est immobile.

Le pseudo-typhique n° 2 ne pousse pas dans le bouillon phéniqué à 42° et il donne sur la gélatine une culture facile à distinguer du bacille typhique.

Le pseudo-typhique n° 3 donne sur la pomme de terre une culture jaune brun, qui ressemble à celle du *Bacillus coli* commune et nullement à celle du bacille d'Eberth.

M. Vincent peut donc conclure de ses expériences qu'il n'y a aucun doute sur la nature du micro-organisme qu'il a isolé de l'eau de Seine, et que ce microbe est bien celui de la fièvre typhoïde.

D^r H. DUBIEF.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 6 avril 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. E. Picard : Sur un système d'équations aux dérivées partielles. — M. J. Weingarten : Sur la théorie des surfaces applicables sur une surface donnée. — M. E. Goursat : Sur la théorie des surfaces applicables. — M. R. Liouville étudie un problème d'analyse relatif à l'expression des mouvements dépendant de trois paramètres. — M. H. Padé : Sur les fractions continues régulières relatives à e^x . — M. L. Cruls : Loi suivant laquelle la somme des distances de la Lune à deux étoiles quelconques varie en fonction du temps. — M. G. Bigourdan donne la suite des nébuleuses nouvelles qu'il a découvertes à l'observatoire de Paris. — M. Borrelly : Observations de la planète 309, découverte à l'observatoire de Marseille.

2^{de} SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Imbert a étudié le mode de vibration des membranes mises en mouvement par un courant d'air et soumises à des tractions variables. Des faits observés par lui, il déduit pour divers mouvements du larynx dans la phonation un rôle différent de celui qui est admis généralement. — M. H. Moissan a préparé le triiodure de bore par divers procédés, dont le meilleur consiste à faire réagir le gaz acide iodhydrique sur le bore amorphe de Deville et Wöhler; il décrit les principales propriétés de ce corps qui fournit des réactions très énergiques. — M. E. Péchard a cherché à déterminer le composé dont la formation, dans l'action de l'eau oxygénée sur les solutions de molybdates alcalins, donne une coloration orangée; il a reconnu un acide permolybdique. — M. G. A. Le Roy décrit une méthode permettant de séparer par l'électrolyse le fer d'avec le cobalt et le nickel. — M. J. A. Le Bel a poursuivi ses recherches sur les isoméries pouvant exister entre les dérivés alcooliques des chlorures d'ammonium; dans des travaux précédents, il avait montré en formant deux chlorures de triméthylisobutylammonium, que l'isomérisation est réalisable à la condition d'opérer sur des radicaux alcooliques suffisamment élevés. Pour démontrer que les radicaux unis à l'azote restent dans une position géométrique invariable lorsqu'ils sont suffisamment complexes, il a formé des dérivés plus élevés encore et constaté le pouvoir rotatoire caractéristique de l'asymétrie moléculaire; le chlorure d'isobutylpropyléthylméthylammonium, après fermentation par les moisissures, est fortement lévogyre. — M. E. Grimaux et L. Leffèvre ont étudié les dérivés nitrés de l'orthoanisidine diméthylée pour déterminer l'influence de la position du groupe $Az(CH_3)_2$ sur la position des groupes AzO_2 . — M. P. Cazeneuve, en traitant par la chaleur les sels barytiques des composés sulfophénols, a obtenu des homologues supérieurs du phénol ordinaire. — M. R. Varet, faisant réagir du brome en excès sur la tétrabéthène en présence du chlorure d'aluminium, a obtenu très peu de bromure d'isopropyle, à l'inverse de ce qui se passe dans ces conditions avec le cycène. — M. G. Massol a isolé le malonate d'éthyle, et détermine ses propriétés optiques et thermochimiques. — MM. A. et P. Buisine étudiant les conditions du blanchiment à l'air de la cire, ont reconnu que l'action principale dans cette décoloration revient à la lumière et non à l'ozone; avec la matière colorante s'oxydant diverses impuretés, telles que l'acide oléique; l'oxydation de ces impuretés est facile et entraîne celle des matières colorantes; ce fait justifie la pratique d'ajouter un peu de suif à la cire pour la blanchir.

3^{de} SCIENCES NATURELLES. — MM. A. Arnaud et A. Charin ont étudié la transformation des composés azotés par la vie du bacille pyocyanique dans un milieu chimiquement déterminé (asparagine et sels minéraux). L'asparagine est d'abord, par une action diastatique, transformée en acide aspartique, qui est à son tour transformé presque totalement en ammoniacque, par la nutrition même du microbe; une très petite partie de l'azote reste engagé dans la pyocyanine et les matières organiques encore indéterminées, parmi lesquelles doivent se trouver les substances physiologiquement intéressantes par leurs propriétés toxiques et vaccinales. — MM. V. Martinand et M. Rietsch ont déterminé qualitativement et quantitativement les microorganismes existant sur la pellicule des raisins de divers vignobles français, susceptibles de se développer en milieu acide; il a été obtenu en général des moisissures et le *Saccharomyces apiculatus*, le *S. ellipsoideus* étant rare. Les mêmes recherches faites sur les moûts à des époques variées ont montré qu'en général la fermentation commence par le *S. apiculatus* qui est remplacé peu à peu par le *S. ellipsoideus*; les bactéries et les mycodermes ne sont pas rares; on les retrouve dans les lies. — M. Ch. Bouchard a fait des essais de vaccination avec des cultures stérilisées et très diluées du bacille pyocyanique chez le lapin pour déterminer l'ordre de grandeur de la quantité minima de substance vaccinante efficace; il résulte de ces recherches que les substances vaccinantes peuvent agir à la dose d'une minime fraction de milligramme. — M. A. Julien formule une loi destinée à rendre compte dans la série animale de la position des centres nerveux et des principaux organes sensoriels et locomoteurs. — M. L. Rancvier a vu des cellules lymphatiques de la lymphe péritonéale de la grenouille, déposées dans une chambre humide à l'abri des microbes, se transformer en *clasmatoocytes* sous l'action d'une température de 25°. — M. Hedon a constaté chez le chien, après l'injection de paraffine dans le canal pancréatique, une glycosurie transitoire et des troubles graves de la nutrition manifestés par l'amaigrissement et l'azoturie. — M. Gley, cherchant à démontrer le fonctionnement du pancréas comme glande vasculaire sanguine, a obtenu chez le chien de la glycosurie par la ligature des veines pancréatiques; en injectant dans le canal de Wirsung du suif ou de la gélatine colorés, ce qui permet d'en suivre la marche dans la glande, il a également provoqué chez ses sujets de la glycosurie et une dénutrition générale. — M. G. Pouchet résume ses recherches sur la reproduction de la sardine des côtes océaniques de la France; en trois ans il n'a pu observer que deux fois des femelles prêtes à pondre, et les bancs dont ces femelles faisaient partie n'ont fait que passer; les œufs recueillis sur ces individus sont plus denses que l'eau de mer; jamais M. Pouchet n'a trouvé d'œufs de sardine flottants; enfin l'étude du régime de la sardine au point de vue de la taille ne permet pas d'admettre une période de frai limitée. — M. E. T. Hamy fait voir par diverses considérations que le crâne étiqueté au Muséum comme crâne de Moctezuma II est attribué à tort à ce personnage. — M. P. Termier signale l'existence de tufs d'andésite dans le flysch de la Clusaz (Haute-Savoie). — M. Daubrée signale dans un tableau de Raphaël une représentation fort exacte de la chute d'une météorite; il ajoute quelques considérations historiques pour appuyer l'interprétation de cette figure, restée longtemps douteuse.

Mémoires présentés. — MM. Badin et Escoffier adressent les résultats de leurs recherches sur le cuivage des vins en vase complètement clos. — M. P. Lagrange

adresse un Mémoire ayant pour titre : « Méthode de dosage des matières organiques dans les jus de betteraves, les sucres et les mélasses. » — M. le Ministre des affaires étrangères transmet une note sur un système de frein pour wagons de chemin de fer, adressée par M. Arnaldi, de Palerme.

Séance du 13 avril.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. H. Poincaré : Sur l'intégration algébrique des équations différentielles. — M. E. Vessiot : Sur les équations différentielles linéaires. — M. A. Markoff : Sur une classe de nombres complexes. — M. Resal lit un rapport sur un mémoire de M. de Sparre ayant pour titre : Sur le pendule de Foucault, M. de Sparre est parvenu à ramener la solution du problème du pendule de Foucault à deux quadratures qu'il développe en série, en suivant la méthode des intégrales singulières de Cauchy. — M. le général Derrécaigaix rend compte des opérations de mesure d'une base fondamentale de la triangulation française, effectuée pendant l'été de 1890 par le service géographique de l'armée, dans le but de rapporter cette triangulation à la nouvelle définition du mètre; la base de Delambre, calculée par l'enchaînement de la nouvelle, s'est trouvée identique; mais par le raccordement avec les triangulations des pays voisins, on observe une erreur systématique qui tend à faire considérer comme trop courts les différents étalons géodésiques étrangers. — MM. Rambaud et Sy : Observations de la comète Barnard-Denning et des nouvelles planètes Borelly et Palisa, faites à l'Observatoire d'Alger.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Cailletet donne la description du manomètre à air libre de 300 mètres établi à la tour Eiffel. — M. B. C. Damien a examiné la façon dont une pression graduellement croissante jusqu'à 200 atmosphères fait varier le point de fusion de diverses substances; des chiffres qu'il a obtenus il a tiré une loi dont la forme parabolique explique comment la pression peut, suivant le cas, élever ou abaisser le point de fusion d'un corps; il a pu être constaté expérimentalement, pour la naphthylamine, que le point de fusion s'élève d'abord avec la pression pour redescendre avant 200 atmosphères au-dessous du point de fusion normal. — M. H. Pellat a déterminé le rapport entre l'unité électromagnétique et l'unité électrostatique d'électricité en mesurant une même différence de potentiel successivement en unités électromagnétiques et en unités électrostatiques; deux séries d'expériences ont donné le même résultat, $v = 3,009 \times 10^{10}$, nombre qui ne diffère du nombre trouvé par M. Cornu pour la vitesse de la lumière, que d'une fraction inférieure à l'erreur probable. — M. A. Besson a obtenu les trois chlorobromures de silicium que prévoit la théorie, par l'action de l'acide bromhydrique sur le chlorure de silicium; il donne les propriétés du tribromo-chlorure, qui est nouveau. — M. L. Pigeon a fait l'étude calorimétrique du chlorure platinique et de ses combinaisons. — MM. A. Joly et E. Leidié ont constaté que le rhodium peut être isolé facilement par l'électrolyse dans un milieu acidulé par l'acide chlorhydrique et ne contenant pas d'autres métaux que des métaux alcalins; ils ont déterminé les conditions du dépôt électrolytique en liqueur sulfurique et azotique. — En faisant réagir le chlorhydrate d'hydroxylamine sur le propionylpropionitrile en solution dans la potasse concentrée, M. Hanriot a obtenu un corps répondant à la formule centésimale de la monoxime du propionylpropionitrile, mais que diverses considérations doivent faire reconnaître comme le méthyléthylamidoisoxazol. — M. Maquenne a étudié les proportions dans lesquelles la phénylhydrazine réagissant pendant un temps donné à 100° précipite les divers sucres; les différences sont suffisantes pour permettre la détermination du sucre par la pesée du précipité obtenu. — M. G. Denigès ayant observé la formation d'une combinaison bien cristallisée de sulfite de zinc et d'aniline, a pu obtenir

systématiquement les combinaisons de cette base avec un grand nombre des sulfites métalliques. — MM. E. Grimaux et A. Arnaud ont obtenu la quinine en combinant un méthyle à la cuprine, alcaloïde à fonction phénolique, dont la quinine est ainsi l'éther méthylé; les auteurs attirent l'attention : 1^o sur le rôle joué dans les synthèses de principes immédiats des végétaux par le groupe méthylé à l'exclusion du groupe éthylique; 2^o sur la possibilité d'obtenir une série de quinites en combinant à la cuprine divers radicaux alcooliques. — M. P. Cazeneuve par l'action de la parantrosodiméthylaniline sur la morphine a vu se produire une matière colorante d'un beau violet; l'analyse de cette réaction éclaire quelques propriétés de la morphine. — M. Ch. Blarez établit une formule pour exprimer l'influence exercée par la présence des sels minéraux neutres de potassium sur la solubilité du bitartrate de potassium. — M. P. Carles indique que la présence de la mannite en quantité notable dans l'extrait d'un vin est caractéristique d'un coupage par le vin de figues. — M. R. Lézé décrit un procédé pratique pour reconnaître la margarine dans les beurres; ce procédé consiste essentiellement à fondre le beurre en présence de sirop de sucre concentré et à observer l'aspect de l'émulsion qui se forme. — M. Ellinger, ayant observé un grand nombre d'échantillons de beurre à l'oléoréfractomètre, a vu que l'indice du beurre pur varie beaucoup avec les saisons. — M. Ed. Mohler a analysé, suivant la méthode qu'il a communiquée récemment, les diverses portions obtenues par la rectification industrielle d'un flegme d'alcool de mélasse; il résulte de son travail que 80 % du flegme passent à l'état d'alcool suffisamment pur; les produits de tête sont bien moins purs que les produits de queue. — M. St. Meunier a reproduit la *daubréeite* des météorites en traitant au rouge par l'hydrogène sulfuré un alliage convenable de fer et de chrome.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. G. Linossier montre que le pigment découvert dans certaines algues par M. Phipson n'a aucun rapport avec l'*aspergilline*, non plus qu'avec l'hématine du sang. — M. J. Vesque : Sur les *Clusia* de la section *monodryone*. — M. J. Héral, en s'adressant aux racines des diverses espèces de *Persea*, a retrouvé dans cet organe les faisceaux libéro-ligneux à double liber qui ont été étudiés récemment dans les organes aériens de diverses plantes.

Mémoires présentés. — M. de Backer donne lecture d'un mémoire : « Sur les vaccinations antituberculeuses en général et sur le remède du Dr Koch en particulier. » — M. J. Gernaert présente un mémoire ayant pour titre : Conservation des bois, créosotage des traverses de chemin de fer. — M. P. Mauveny adresse la description d'un « système d'arrêt des steamers, permettant d'éviter les collisions en mer. » — M. Ch. L. Deiss, à propos des récentes communications de M. Bouchard et de MM. Arnaud et Charrin, rappelle qu'il a déjà émis l'idée « que les produits de sécrétion des microbes sont susceptibles d'agir comme des ferments et de produire directement, comme les diastases, des dédoublements. » — M. E. Aubert adresse un projet d'appareil pour arrêter les chevaux emportés.

L. LAPICQUE.

ACADEMIE DE MÉDECINE

Séance du 7 avril 1891.

Suite de la discussion sur la dépopulation de la France à laquelle prennent part MM. Tarnier, Le Fort, Lagneau, Dujardin-Beaumetz et Guéniot. — Dans le cours de la séance, l'Académie a élu correspondants nationaux : MM. Morvan (de Lannilis) et Bouchard (de Bordeaux).

Séance du 14 avril 1891.

M. G. Sée expose les résultats d'un travail sur le traitement de la tuberculose par les atmosphères artificielles sous pression; il donne en outre quelques

explications sur ce mode de traitement et les résultats cliniques qu'il a obtenus. — **M. Cornil** rend compte d'une observation d'ostéopériostite post-typhoïde. Les abcès consécutifs à la fièvre typhoïde renferment souvent des bacilles typhiques mélangés parfois au micrococcus de la suppuration. — **M. Budin** montre des dessins représentant une femme à bassin oblique ovalaire de Nœgélé. — **M. Frémont** (Vichy), étudiant la nutrition chez les diabétiques, conclut que l'on doit employer les alcalins pour modifier la nutrition, surtout chez les malades dont le coefficient d'oxydation est abaissé. — Suite de la discussion sur la dépopulation à laquelle prennent part MM. **Tarnier**, **Brouardel** et **Lagneau**. L'Académie a élu correspondants nationaux : MM. **Levieux** (de Bordeaux) et **Mignot** (de Chantelle).

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 11 avril

M. Hédon : Sur les phénomènes consécutifs à l'altération du pancréas déterminée expérimentalement par une injection de paraffine dans le canal de Wirsung. — **M. E. Gley** : Procédé de destruction du pancréas, troubles consécutifs à cette destruction. (Voir C. R., séance du 6 avril.) — MM. **Combemale** et **Lamy** examinant l'excrétion urinaire des tuberculeux traités par la lymphé de Koch à la dose de 2 milligrammes, ont trouvé une diminution de l'urée avec une albuminurie légère. — MM. **Cadéac** et **Meunier** ont étudié en particulier l'action physiologique d'un des principes constitutifs de la vulnérine, l'essence de sauge ; cette substance produit des phénomènes épileptiformes. — **M. Onanoff** décrit dans les nerfs optiques des Céphalopodes une torsion sur l'axe de 180° ; cette torsion a pour effet de porter les impressions rétiniennes produites par un objet extérieur au voisinage des centres moteurs des membres situés du côté de l'objet, elle redresse anatomiquement l'image renversée par l'appareil optique. — **M. A. Giard** signale un *Isaria* qui est un parasite dangereux pour la larve du hanneton. **M. Giard** a réussi à le cultiver sur des milieux artificiels, il compte l'ensemencer sur les terrains infestés par les vers blancs. — **M. E. Aubert** a constaté chez certaines plantes grasses un dégagement simultané d'oxygène et d'acide carbonique. A propos de cette note, **M. G. Bonnier** offre à la Société, en son nom et en celui de **M. Aubert** une brochure sur un nouvel appareil pour l'analyse des gaz. — **M. Boucheron** présente un travail sur l'anatomie des nerfs ciliaires superficiels chez l'homme. — **M. G. Pouchet** annonce avoir obtenu in vitro le pigment mélanique en faisant réagir sur du sang le bichlorure de mercure et l'alcool. — **M. Fabre-Domergue** est élu membre titulaire de la Société.

Séance du 18 avril

MM. **Gréhan** et **Quinquaud** ont fait des recherches du myographie dynamométrique sur le muscle curarisé ; ils ont constaté une diminution de la force sans modification de la forme de la courbe. — **M. d'Arsonval** fait remarquer l'influence qu'a sur ces phénomènes la nature du courant électrique exciteur, les courants induits excitent surtout les appareils nerveux, en particulier les terminaisons motrices dans le cas où les électrodes sont en contact direct avec le muscle. — **M. La-borde** a en effet observé sur des grenouilles empoisonnées par la curarine que la contractilité du muscle excité par un courant induit, baisse en même temps que l'excito-motricité du nerf, sans pourtant tomber à zéro comme celle-ci. — **M. Gréhan** répond que ses recherches ont été faites avec des courants de pile. — **M. Gohsner** de Conitz a reconnu que sa ptomaine en C⁸ H¹¹ Az arrête ou ralentit diverses fermentations diastatiques et bactériennes. — **M. d'Arsonval** a vu le sang soumis à l'action de l'acide carbonique à haute pression perdre presque toute sa capacité respiratoire, en même temps que l'hémoglobine se précipite sous

forme de masses brunes amorphes ; il s'agit peut-être là de l'action des acides des sels du sang, mis en liberté par l'acide carbonique. — **M. d'Arsonval** présente une soupape hydraulique destinée aux recherches physiologiques sur la respiration ; elle présente l'avantage de fonctionner sous la pression de quelques millimètres d'eau, tandis que la soupape de Müller nécessite un effort considérable des muscles respirateurs. — **M. d'Arsonval** a fait des recherches sur la toxicité des extraits de divers tissus physiologiques, après filtration sur son filtre à acide carbonique ; les liquides filtrés sont fort peu toxiques. — **M. Gley** annonce à ce propos qu'il a arrêté les accidents convulsifs chez les chiens thyroïdectomisés en leur injectant dans les veines le suc provenant de corps thyroïdes de mouton. — MM. **Grimaux** et **Arnaud** : Transformation de la cupréine en quinine. (Voir C. R., 13 avril.) — **M. Mangin**, à propos de la note déposée par MM. **Bonnier** et **Aubert** sur un nouvel appareil à analyser les gaz, dit que cet appareil est le même qui a servi aux recherches de MM. **Bonnier** et **Mangin** sur la respiration des champignons, appareil qui est de l'invention de **M. Leclerc**. — **M. Kronecker**, continuant ses recherches sur l'excitation électrique du myocarde, apporte de nouvelles preuves à l'appui de l'opinion que les trémulations produites par cette excitation sont sous la dépendance d'un appareil nerveux. — **M. Arthus**, par une série d'expériences variées, démontre que la destruction du sucre par le sang in vitro est un phénomène cadavérique analogue à la coagulation ; les globules blancs jouent le rôle essentiel dans le phénomène, probablement en mettant en liberté un ferment analogue au fibrine-ferment. — **M. Giard** établit que le *Photodrius phosphorius* (Dugès) trouvé quelquefois en Europe dans des terreaux provenant de serres appartient à la faune australienne ; il discute la position de ce genre dans la famille des Lombriciens.

L. LAPICQUE.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 3 avril 1891.

M. Amagat fait une communication sur la mesure de l'élasticité des solides et de la compressibilité du mercure. Dans ses recherches antérieures sur la dilatation et la compressibilité des liquides et des gaz, la nécessité de connaître la variation de volume des enveloppes l'a amené à en faire une étude spéciale. Cette étude était d'autant plus nécessaire que les résultats obtenus jusqu'ici par les divers expérimentateurs sur l'élasticité des solides et en particulier relativement à la valeur du coefficient de Poisson, sont loin d'être concordants. Une première série d'expériences eut pour but de vérifier expérimentalement si les formules déduites de la théorie de l'élasticité sont légitimement applicables. L'appareil n'est autre que l'appareil classique de Regnault disposé pour recevoir à la fois deux piézomètres. Ces piézomètres ont la forme de cylindres circulaires à bases plates, le rayon intérieur est le même, les rayons extérieurs seuls différent. Les valeurs déduites des formules de l'élasticité relatives à ce cas présentent avec les résultats de l'expérience un accord suffisant pour légitimer l'emploi ultérieur de ces formules. Pour déterminer le coefficient de compressibilité et le coefficient de Poisson, l'auteur a d'abord repris la méthode de Wertheim. Un dispositif ingénieux permet de faire avec précision les mesures d'allongement. Cet élément qui se mesure avec certitude dans le cas des métaux pouvant être travaillés en cylindres réguliers, devient assez incertain dans le cas du verre et du cristal. A la mesure de l'allongement, **M. Amagat** a alors substitué celle de la variation de volume intérieur lorsqu'on exerce une compression par l'extérieur. Enfin, dans le cas de pressions extrêmement fortes, il a mis en œuvre une troisième méthode qui consiste à mesurer le raccourcissement d'un tube de la substance à étudier, lorsqu'il est soumis de toutes parts

à une pression uniforme; ce tube est plongé dans un liquide qui remplit un cylindre d'acier très résistant. Malgré l'opacité de ce cylindre, les variations de longueur du tube se mesurent avec précision par l'intermédiaire d'un petit piston traversant le cylindre d'acier et dont le contact avec l'extrémité du tube est contrôlé par un procédé électrique. Les résultats pour le verre sont identiques à ceux que M. Cornu a obtenus par une méthode toute différente. L'ensemble de ces recherches montre que le coefficient de Poisson n'a point la valeur constante $\frac{1}{2}$ pour tous les corps. Ce n'est là qu'une limite inférieure. Ce coefficient théoriquement égal à $\frac{1}{2}$ pour les liquides prend, pour certains solides mous, des valeurs assez voisines, et décroît en tendant vers la limite $\frac{1}{2}$ à mesure qu'on considère des corps se rapprochant de plus en plus de l'état solide parfait, c'est-à-dire d'un état absolument réfractaire aux déformations permanentes. Les expériences précédentes ont également permis à M. Amagat de déterminer le coefficient de compressibilité du mercure; la valeur trouvée est identique à celle que M. Guillaume a déduite des expériences de MM. Amaury et Descamps. — M. Blondlot expose ses recherches sur la constante diélectrique du verre. Pour éliminer aussi complètement que possible le résidu, il faut recourir à des durées de charge excessivement faibles. M. Blondlot s'est adressé aux vibrations de Hertz. Il opère par une méthode directe n'exigeant aucun calcul et reposant immédiatement sur la définition de la constante diélectrique. En regard de la plaque métallique dans laquelle se produisent les oscillations, on place symétriquement, par rapport à l'axe de la première, deux autres plaques d'où partent des fils dont les extrémités sont très voisines l'une de l'autre. Dans ces conditions il ne peut se produire d'étincelle. Mais des étincelles éclatent dès qu'on crée une dissymétrie, en interposant par exemple une lame de verre entre la première plaque et l'une des autres. On compense alors par une lame de soufre d'épaisseur convenable. Le rapport des épaisseurs de verre et de soufre donne le rapport des constantes diélectriques. En mesurant celle du soufre en valeur absolue par le procédé de M. Curie, on en déduit celle du verre. Contrairement aux résultats de M. Lecher, M. Blondlot trouve une constante diélectrique parfaitement déterminée, d'accord avec la valeur trouvée par M. J.-J. Thomson, et plus voisine du carré de l'indice que les valeurs antérieures.

Séance du 17 avril 1891.

M. le commandant Defforges expose à la Société la méthode employée récemment par le service géographique de l'armée pour mesurer une nouvelle base de triangulation; cette base de 8 kilomètres environ est comprise entre Villejuif et Juvisy. Il présente également l'appareil à règle bimétallique construit par Brunner pour cette mesure. C'est une règle à traits, d'une longueur de 4 mètres, formée de deux barres superposées, l'une en platine, l'autre en cuivre; elle constitue donc une règle de Borda et définit sa propre température. Elle a été étudiée avec le plus grand soin par M. Benoît, au Bureau International, tant au point de vue de sa longueur que de ses coefficients de dilatation; elle dérive ainsi immédiatement du nouveau mètre international. M. Defforges expose les opérations à effectuer sur le terrain. On établit d'abord des repères verticaux distants de 4 mètres et rigoureusement en ligne droite. Ces repères ne sont autres que les axes optiques de théodolites excentriques construits par Brunner avec une grande perfection. On amène la règle sous les repères et on mesure au moyen de la vis micrométrique des microscopes verticaux l'écart entre l'axe optique et le trait de la règle métrique, ce qui donne la distance exacte des repères consécutifs. L'inclinaison de la règle est fournie par un niveau. La base géodésique a été mesurée deux fois, les deux valeurs n'ont différé que de 1 centimètre. En reliant cette base avec l'ancienne base de Melun, on trouve un

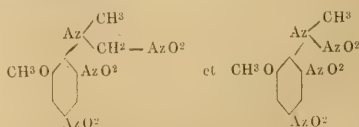
accord inespéré et presque parfait. La comparaison avec les triangulations étrangères présente au contraire un écart de beaucoup supérieur aux erreurs possibles; il offre de plus un caractère systématique, ce qui révèle certainement une erreur de comparaison dans les copies de la toise du Péron qui ont servi à exécuter ces travaux dans les pays étrangers. — M. Branly indique les particularités curieuses qu'offre la conductibilité électrique des poudres métalliques. Un cylindre de poudre métallique agglomérée ou même comprimée présente une conductibilité excessivement faible. Cette conductibilité s'accroît dans une proportion énorme quand on la fait traverser par un courant de haute tension ou même quand on produit simplement des décharges électrostatiques au voisinage du circuit. De plus cette conductibilité persiste, mais il suffit alors d'ébranlements très faibles, par exemple de petits chocs produits sur le tube avec le doigt, pour le faire revenir à la conductibilité primitive. Cependant le corps n'a repris qu'en apparence son état primitif, car une décharge beaucoup plus faible que la précédente lui redonne une conductibilité élevée. — M. Ch. Henry s'est proposé de déterminer le poids minimum de matière perceptible à l'odorat dans le cas des différents parfums. La substance introduite dans un vase de verre se diffuse au travers d'une membrane de papier flexible et s'échappe par un tube. On place le nez à l'extrémité du tube et on note le temps nécessaire pour percevoir une première impression. D'autre part un petit aréomètre de Fahrenheit sensible au $\frac{1}{50}$ de milligramme permet de suivre la perte de poids de la substance en fonction du temps et par suite de mesurer la vitesse d'évaporation de la substance. Ces deux éléments suffisent pour faire connaître par un calcul simple le poids de matière qui a agi sur l'odorat pendant le temps donné.

Edgard HAUDRY.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 24 avril 1891.

M. Béchamp, à propos de la note présentée à la dernière séance par M. Popoff sur le mécanisme de la formation de l'urée dans l'organisme, explique pourquoi, suivant lui, l'expérience de M. Popoff ne pouvait donner aucun résultat. M. Béchamp envisage l'urée comme un produit du dédoublement par l'oxydation des matières albuminoïdes; il ne faut donc pas espérer la reproduire dans un milieu réducteur comme celui qu'employait M. Popoff. L'urée ne se produit pas, à proprement parler, dans l'organisme; elle est seulement mise en liberté; le lieu de sa formation, c'est le règne végétal. — M. Friedel présente une note de M. Juillard sur les huiles d'aniline, pour rouge. — MM. Grimaux et Lefèvre ont été amenés à étudier l'action de l'acide nitrique sur l'orthoanisidine diméthylée et ont obtenu une méthanitroorthoanisidine, fusible à 99°, et des produits trinitrés, qui ont, d'après eux, la constitution suivante :



qui tous deux donnent naissance à du dinitroacéol. — MM. Grimaux et Arnaud ont réalisé la transformation de la cupréine $\text{C}^{19}\text{H}^{22}\text{Az}^2\text{O}^2$ en quinine $\text{C}^{20}\text{H}^{24}\text{Az}^2\text{O}^2$ en traitant la cupréine par le sodium, ou simplement la soude concentrée, et le chlorure de méthyle; ce qui démontre que la quinine est la métho-cupréine, et que ce dernier alcaloïde contient un oxydride phénolique. L'iode de méthyle, dans les mêmes conditions, donne naissance au biiodométhylate de quinine, d'où l'on ne peut régénérer la quinine; c'est pourquoi il faut em-

ployer le chlorure de méthyle pour obtenir la base libre. MM. Grimaux et Arnaud ont comparé les iodométhylates de quinine naturelle et de quinine de la cupréine et les ont trouvés identiques dans toutes leurs propriétés; le pouvoir rotatoire est le même; ils ont comparé les sulfates qui sont également identiques et possèdent tous les deux une belle fluorescence bleue, alors que le sulfate de cupréine n'en a pas. Enfin ils ont commencé la préparation des homologues supérieurs de la quinine en substituant au chlorure de méthyle les autres chlorures alcooliques. — M. Le Bel a examiné la forme cristalline des chloroplatinates de toute la série des ammoniacs composées, afin de voir s'il était possible de mettre en évidence une relation entre la variation des formes cristallines et de la composition chimique; il n'a pu arriver à ce résultat; mais il trouve l'explication de l'irrégularité de la distribution des formes cristallines dans ce fait que les sels examinés ont la plus grande tendance à former des sels doubles, soit en s'associant molécule à molécule, soit en se groupant dans la proportion de trois molécules d'un ammonium pour une de l'autre; il paraît probable que les isoméries dues aux différences des valences de l'azote donnent naissance à des ammoniums qui s'associent de cette manière.

A. COMBES.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

Séance du 9 avril

M. Des Cloizeaux est nommé à l'unanimité membre honoraire de la Société. — M. Lavenir, préparateur de Minéralogie à l'Ecole Normale est nommé secrétaire.

M. Georges Friedel a étudié une serpentine provenant de Brewster (New-York). Cette substance, qui se présente sous la forme d'une masse à clivages cubiques et octaédriques, avait été considérée par M. J. D. Dana comme une pseudomorphose. Elle se compose en réalité de lamelles cristallines orthorhombiques enchevêtrées de manière à former des groupements pseudocubiques, et de serpentine amorphe remplissant les interstices. Les lamelles sont une forme nettement cristallisée de la serpentine. — M. Lavenir expose une nouvelle méthode permettant de déterminer l'orientation des axes de l'ellipsoïde optique dans un cristal, en même temps que leur grandeur au moyen du réfractomètre de Pulfrich. Cette méthode est susceptible d'une grande précision. A ce propos M. Dufet communique à la Société les résultats d'expériences comparatives faites par lui sur la détermination des indices par la méthode du prisme et au moyen du réfractomètre de Pulfrich. On pouvait craindre que, dans la méthode de réflexion totale, le polissage des faces ne masquât leur structure réelle en les recouvrant d'un enduit de matière pulvérisée, de telle façon que l'indice mesuré eût été toujours l'indice moyen. En réalité M. Dufet n'a trouvé aucune erreur sensible pour le quartz, la calcite, le chlorate de soude. Pour le sel gemme, la différence appréciable porte sur les unités du cinquième ordre décimal. — M. Des Cloizeaux signale des échantillons de Pollux trouvés en assez grande quantité dans la Caroline du Nord. Ils sont identiques de tout point à ceux de l'île d'Elbe. Le Castor n'a pas été rencontré dans le même gisement.

G. FRIEDEL.

SOCIÉTÉ MATHÉMATIQUE DE FRANCE

Séance du 15 avril 1891.

La Société délègue M. d'Ocagne pour la représenter au prochain Congrès des Sociétés savantes. — M. Bioche : Sur les développables qui passent par une courbe gauche. Cas d'intégration par quadratures de l'équation de Riccati à laquelle se ramène la question. — M. Kobb : Théorème sur la variation d'une intégrale double. Extension au cas des surfaces d'un théorème de Steiner relatif aux courbes isopérimètres. — M. Fourret : Théorème général sur le maximum ou le

minimum d'une fonction symétrique d'un nombre quelconque de variables dont la somme est constante. Démonstration fondée sur l'emploi d'un théorème de Lagrange relatif au centre de gravité d'un système de points. — M. Carvallo : Méthode d'exposition de la théorie des déterminants basée sur la notation de la multiplication extérieure de Grassmann. — M. d'Ocagne : Principe général de la théorie des abaques. Application au cas d'une équation qui se rencontre dans le calcul des murs de soutènement et qui est représentable par deux systèmes d'isoplièthes rectilignes et, un système d'isoplièthes circulaires. — M. Raffy dépose sur le bureau de la part de M. Appell une note intitulée : *Sur les potentiels conjugués*.

Maurice d'OCAGNE.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 9 avril.

SCIENCES PHYSIQUES. — Sir William Thompson fait une communication sur l'action exercée par les écrans, constitués par des grilles, des plaques perforées et des réseaux de substances conductrices sur l'électricité statique. Il donne les résultats de l'étude mathématique complète de la résistance opposée par une plaque plane, homogène, percée de trous à la force électrique d'un champ uniforme dont les lignes de force sont perpendiculaires à la plaque. Il étudie aussi la résistance opposée par un écran, formé par une plaque perforée de surface inégale, à un champ uniforme de force électrostatique et celle d'une plaque perforée, plane ou non, à la force électrostatique de tout corps électrisé donné. Sir W. Thompson a constaté qu'un écran — fait d'une matière imparfaitement conductrice — peut exercer la même action qu'un écran similaire de métal, si on lui en donne le temps. Mais son action est diminuée, si l'on fait usage d'une force électrostatique qui varie rapidement; aussi est-il facile de voir que l'action d'un écran sur les variations périodiques d'une force électrostatique doit être d'autant plus faible que la fréquence de ces variations est plus grande. On peut le démontrer par l'expérience en mettant un morceau de papier ou de métal en rapport avec le disque mobile d'un électromètre. L'attraction disparaîtra quelques secondes après qu'une différence de potentiel a été établie et maintenue constante entre le disque attiré et la plaque métallique qui lui est opposée. Si l'appareil est adapté à mesurer les variations rapides des différences de potentiel, on peut montrer que l'action d'écran exercée par le papier disparaît à mesure que la fréquence des variations s'accroît. Il semble probable qu'un écran de papier blanc ordinaire, propre, dans des conditions hygrométriques ordinaires sera sans action, s'il y a de 50 à 100 variations à la seconde. La résistance opposée par un écran à une force magnétique variable est soumise à une loi opposée. Si parfaite que puisse être la conductibilité électrique d'un écran, cet écran est sans action contre une force magnétique constante. Mais si la force magnétique varie, il s'induit des courants dans la substance de l'écran qui tendent à diminuer la force magnétique dans l'air du côté opposé à celui où est placé l'aimant. Plus est grande la conductibilité électrique de la substance, plus l'action de l'écran est parfaite, pour une même fréquence de variations, et avec une même substance l'action d'écran est d'autant plus parfaite que les variations sont plus rapides. On fait voir, en s'appuyant sur ce principe, qu'une feuille de cuivre qui enveloppe un aimant à action variable, exerce une action d'écran presque parfaite, si elle a une épaisseur de $2\frac{1}{2}$ centimètres ou davantage, et si le courant est renversé 80 fois par seconde. Sir W. Thompson a mis sous les yeux des membres de la Société Royale un petit appareil, destiné à fournir une démonstration expérimentale de ce fait. Les variations de la force magnétique sont produites par la rotation d'un aimant, contenu dans une enveloppe de cuivre; on a pu donner à l'aimant une rotation angulaire suffisante pour faire

disparaître les variations de la force dans l'espace extérieur et produire une force constante, comme celle qui serait due à un aimant idéal. Une aiguille aimantée, placée à l'extérieur de l'enveloppe de cuivre, et qui était déviée par l'aimant immobile, lorsque le tambour avec lequel il est en rapport était au repos, subit une action beaucoup plus légère lorsque le tambour est mis en rotation. — MM. W. E. Ayrton et W. E. Sumpner font une communication sur la mesure de la force développée par un courant quelconque dans un circuit quelconque. Ils ont imaginé pour cela une méthode extrêmement simple. Soit une résistance non inductive bc de r ohms, unie en série, à un circuit ab , nous voulons mesurer la force qui est fournie à ce circuit. Si V , V_1 , V_2 sont les indications que donne un voltmètre quand il est placé entre a et b , b et c , et a et c , Wbc , les watts moyens fournis au circuit ab , nous avons dans tous les cas, quelle que soit la nature du courant ou du circuit ab :

$$W = \frac{1}{2r} (V^2 - V_1^2 - V_2^2)$$

Si la résistance de bc n'est pas connue, ou s'il y a lieu de craindre qu'elle n'ait été modifiée par le passage du courant, on peut introduire dans le circuit un ammètre. Soit A l'indication donnée par l'ammètre; elle représente la racine carrée du carré moyen du courant, nous pouvons donc substituer dans l'équation (1) V_2/A à r , on aura ainsi :

$$W = \frac{\lambda}{2V_2} = (V^2 - V_2^2 - V_1^2).$$

Quand on emploie cette formule, la résistance non-inductive bc peut être celle qui est offerte par les lampes à incandescence, puisqu'elle peut s'appliquer à des résistances qui varient avec les forces moyennes différentes des courants employés. La méthode que l'on vient d'indiquer s'applique bien à la mesure de la force fournie à un courant induit de lampe à arc et peut vraisemblablement être utilisée pour l'étude de ces courants. Un certain nombre d'expériences ont été faites et il semble établi que la qualité du charbon employé ait une influence sur la différence de phase qui existe entre les courants passant par l'arc et la différence de potentiel entre les charbons. Si l'arc est est tout à fait constant et fait entendre seulement le murmure rythmique qui accompagne le fonctionnement d'un arc bien construit, tel qu'il peut être établi avec des charbons de bonne qualité (*cored carbons*), il se comporte pratiquement comme une résistance simple; mais si l'arc est constitué par des charbons de qualité médiocre (*uncored*), et qu'il se produise un sifflement, il y a alors une considérable différence de phase entre le courant et la différence de potentiel qui existe entre les charbons; de plus les expériences montrent que le courant ne varie pas suivant une loi simple, bien qu'il soit produit par une dynamo dont la force électro-motrice suit normalement une loi harmonique. — M. Silvanus P. Thompson, fait une communication sur le galvanohystérésis. Si un courant suffisamment fort passe à travers un rouleau de fil de fer doux isolé pendant quelques instants, si le fil est alors déroulé et au bout d'un peu de temps introduit dans le circuit d'un galvanomètre, et s'il est soumis à une aimantation longitudinale ou à une succession d'aimantations longitudinales de sens contraire, il se développe un courant électrique dans le galvanomètre. La direction du courant qui vient du fil de fer est la même que celle du courant qui l'a originairement traversé et est opposée à celle qu'il aurait si le fil agissait comme condensateur. L'auteur a étudié ces phénomènes à l'aide d'anneaux de fil de fer (recuit), recouverts de fils de cuivre isolés et enroulés en hélice revenant axialement sur elle-même, de telle sorte que le courant qui passe dans le fil de cuivre ne puisse déve-

lopper directement aucune force électro-motrice induite dans le fil de fer.

Séance du 16 avril 1891.

SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. Norman Lockyer fait une communication sur les causes qui produisent les phénomènes que présentent les étoiles nouvelles. Il a réuni et discuté toutes les observations d'étoiles nouvelles, s'attachant spécialement à déterminer la suite des changements spectroscopiques depuis la première apparition d'une étoile nouvelle jusqu'à sa disparition finale. Le résultat de ces recherches justifie complètement la conclusion à laquelle il était précédemment arrivé, à savoir : que les étoiles nouvelles, qu'elles semblent, lorsqu'on les voit, en rapport avec les nébuleuses ou non, sont produites par le choc d'essaims de météores. Il existe une étroite relation entre les spectres des comètes et les spectres des étoiles nouvelles, mais tandis que dans les comètes on n'a à considérer qu'un seul essaim de météores, dans les étoiles nouvelles on en a deux, qui peuvent être ou n'être pas de densité et de dimensions égales. Le spectre des étoiles nouvelles est donc un spectre comparé. La *Nova Coronæ* (1866), lorsqu'elle fut observée pour la première fois, donnait un spectre de raies brillantes superposées à un spectre de raies sombres. Les phénomènes d'absorption étaient semblables à ceux qui caractérisent les étoiles telles que α d'Orion, et les raies étaient surtout celles de l'hydrogène. Il y avait dans la partie bleue du spectre deux raies peu marquées, qui ont été identifiées avec celles qu'on a trouvées dans le spectre des comètes et qui sont dues au carbone. Le spectre de *Nova Cygni* (1876) consistait, quand on l'a observé pour la première fois, en plusieurs raies brillantes et en cancelures; les raies de l'hydrogène étaient très visibles. A mesure que l'étoile pâlit, les raies devinrent moins nombreuses et moins brillantes; mais ce qu'il y eut de plus frappant, ce fut l'éclat que prit une raie située dans le vert, en λ 500 environ, que l'on regarda généralement comme la raie principale du spectre des nébuleuses, à mesure que les autres raies s'effaçaient. A la fin le spectre se réduisit à la raie 500 et l'étoile présenta l'aspect d'une nébuleuse planétaire. Cette suite de phénomènes est précisément celle qui se produirait, si l'étoile résultait de la collision d'essaims de météores, et l'éclat de la raie 500 au moment où l'étoile se refroidit et disparaît est un argument en faveur de l'opinion qui veut que les nébuleuses soient à une température comparativement basse. La *Nova Andromedæ* (1885) semble offrir le même spectre que la nébuleuse; la partie la plus brillante est due au carbone. Il semble donc que le carbone est un des éléments caractéristiques du spectre des étoiles nouvelles; c'est aussi un des éléments caractéristiques des spectres des essaims non condensés de météores; aussi la théorie de l'origine des nouvelles étoiles par collision est-elle vérifiée par la présence de cette substance dans leur spectre. — MM. W. Ramsay et E. P. Perman ont essayé de déterminer les relations adiabatiques de l'oxyde d'éthyle. La première partie de leurs recherches porte sur l'éther gazeux; ils ont cherché à déterminer comment se comporte l'éther gazeux à l'approche du point critique, lorsqu'on l'échauffe de manière à modifier son état adiabatiquement. Ils ont aussi déterminé les rapports entre les chaleurs spécifiques à pression constante et les chaleurs spécifiques à volume constant. Ils ont mesuré la vitesse du son dans l'éther gazeux à diverses températures, sous des pressions et avec des volumes différents; ils ont fait usage d'une disposition semblable à celle qu'on emploie pour produire les figures de Kundt. Les différentielles isothermiques obtenues, et les résultats expérimentaux relatifs à la vitesse du son ont permis de calculer le rapport entre les deux chaleurs spécifiques. La conclusion générale est que pour un volume constant, la chaleur spécifique, sous pression constante ou à volume constant, décroît

jusqu'à une valeur limite à mesure que la température s'élève, puis s'accroît à partir de ce moment ; et que le changement est d'autant plus rapide que le volume est plus petit. Avec des volumes considérables la chaleur spécifique tend à devenir indépendante de la température et du volume, tandis qu'avec de petits volumes l'influence des variations de température et de volume est très grande. — M. W. N. Hartley fait une communication sur les caractères des raies fournies par les spectres électriques (*spark-spectrum*) des corps simples. Ils sont caractérisés par l'extension de certaines raies au-dessus et au-dessous de cette partie du spectre qui se trouve entre les électrodes, par le nimbe qui entoure les extrémités des raies et par le spectre continu qui sert comme de fond aux raies. M. Hartley est arrivé à cette conclusion que les spectres des corps simples, difficiles à volatiliser et de ceux qui sont mauvais conducteurs de l'électricité, n'offrent pas cette extension des raies ; et qu'inversement les métaux qui sont les meilleurs conducteurs de l'électricité et qui sont les plus volatils présentent des spectres dont les raies principales s'allongent ainsi. M. Hartley croit que le nimbe est en rapport avec la quantité de matière qui est contenue dans l'étincelle et l'intensité de l'action chimique que les rayons émis par sa vapeur incandescente sont capables d'exercer. Le fond continu semble être un caractère très net des métalloïdes. Il n'existe pas dans ce spectre des métaux inoxydables, tels que l'or, l'argent et le platine. Les métaux du groupe du fer, des spectres qui présentent ce fond continu près du point des électrodes où se forment les oxydes non volatils. Les métaux très volatils, à oxydes volatils, tels que le mercure, l'iridium, le thallium, le zinc et le cadmium ne le présentent pas. Richard A. GREGORY.

SOCIÉTÉ PHILOSOPHIQUE DE MANCHESTER

Séance du 7 avril 1891.

M. P. F. Kendall annonce que l'on a formé un comité pour noter les traces de l'action glaciale dans le Nord-Ouest de l'Angleterre. Ce comité travaillera d'accord avec celui de l'association britannique. — M. Faraday lit un second mémoire sur les variations dans la valeur monétaire de l'or et de l'argent.

Séance du 21 avril 1891

M. H. L. Terry lit une note sur l'action de l'acide nitrique sur le caoutchouc. Il se produit des corps nitrés explosifs dont quelques propriétés ont été décrites, mais l'auteur ne les pas encore obtenus à l'état de pureté. — MM. A. Taylors et G. Shaw décrivent une nouvelle méthode pour doser le chlore dans les corps organiques. — M. P. Cameron lit son troisième mémoire sur les Hyménoptères de l'Orient. — M. W. Brockbank lit une seconde note sur l'identité des calcaires de Levenshulme avec ceux de Whitehaven ; il est nécessaire de faire des changements considérables dans la carte géologique du Nord-Ouest de l'Angleterre. — M. Davis communique une note sur un nouveau poisson fossile, trouvé dans les calcaires de Levenshulme, le *Strepsodus Brockbankii*. P. J. HARTOG.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

(SECTION DE MANCHESTER)

Séance du 3 avril 1891.

M. W. Thomson lit une note sur les meilleures méthodes pour déterminer la valeur des différents systèmes de purification des eaux d'égout. Il critique le rapport officiel sur ce sujet présenté à la municipalité de Salford. — MM. G. H. Bailey et J. C. Cain décrivent une nouvelle méthode pour déterminer le poids des précipités sans filtration préalable. On les laisse déposer dans un flacon à densité de 100 c.c ; puis on

détermine d'abord la densité du précipité et de la liqueur surnageante pris ensemble, et ensuite celle de la liqueur seule. La méthode présente des avantages lorsqu'il s'agit de précipités qui s'altèrent à l'air, tels que les sulfures. Quoique la méthode soit destinée principalement aux analyses industrielles, l'on peut, en opérant avec des quantités suffisantes de précipité (de 2 à 4 grammes), réduire l'erreur d'expérience jusqu'à 0,1 pour cent. Chaque détermination ne demande qu'une demi-heure. Ces recherches ont été suggérées aux auteurs par des expériences analogues (inédites) faites il y a quelques années par M. Grossmann. P. J. HARTOG.

ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

Séance du 4 avril 1891.

M. Terby lit une quatrième note sur la structure des bandes équatoriales de Jupiter. L'auteur appelle l'attention sur un malentendu qui a surgi entre lui et M. Keeler, astronome de Lick Observatory. Ce dernier, dans le n° 11 du vol. II des *Publications de la Société astronomique du Pacifique*, semble dire que M. Terby a simplement signalé la duplicité et la triplicité apparentes des bandes équatoriales, fait qui était connu depuis longtemps, apparences que M. Keeler a expliquées par la structure spéciale de ces bandes, qu'il fait connaître. M. Terby rappelle que c'est lui-même, au contraire, qui a le premier signalé cette structure dans le n° 2928 des *Astron. Nachr.* et dans les *Bulletins de l'Académie de Belgique* ; M. Keeler a confirmé ces observations et l'a fait avec succès dans un laps de temps fort court, grâce aux excellents moyens dont il dispose. F. F.

Membre de l'Académie.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 28 mars 1891.

4^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. D. van der Waals étudie la pression p des phases coexistantes de mélanges, surtout de dissolutions de sels. Il a fait connaître autrefois une construction pour cette pression à l'aide de sa surface ψ (*Archives Néerlandaises*, t. XXIV, p. 1-66). Aujourd'hui il explique la formule approximative :

$$p = p_1 - \frac{\left(\frac{\partial \psi}{\partial x}\right) - \mu_1}{MRT} + p_2 + \frac{\left(\frac{\partial \psi}{\partial x}\right) - \mu_2}{MRT}$$

où p_1 et p_2 représentent les pressions de la vapeur saturée de l'eau et de la matière en dissolution, x le nombre des molécules de cette matière par rapport à l'unité des molécules du mélange, etc. Dans le cas

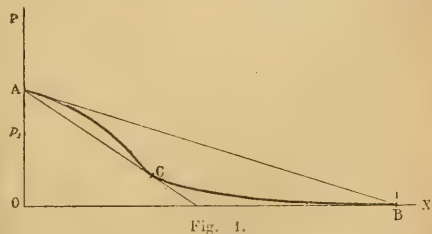


Fig. 1.

simple de dissolutions de sels on a $p_2 = 0$, et la formule s'approche sensiblement de

$$p = p_1(1-x)e^{-\alpha x^2}$$

représentée dans le système de coordonnées (x, p) par la courbe de la figure 1. En A cette courbe touche la

droite AB représentée par $p = p_1(1-x)$ et le décroissement $\frac{p_1 - p}{x}$ de la pression a un maximum au point C dont la tangente passe par A. La détermination expérimentale de ce maximum (expériences de M. Famman) fait trouver la valeur de α . Dans le cas de la dissociation électrolytique on trouve pour les dissolutions de sels :

$$p = p_1 \frac{1-x}{1+y} e^{-\alpha x^2}, \quad y^2 = c(x-y),$$

où y et c représentent la fraction et la constante de dissociation. Les courbes correspondantes (fig. 2,

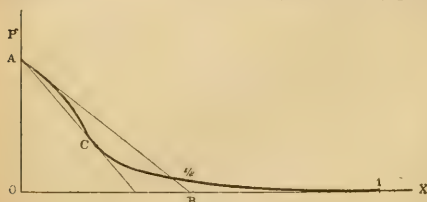


Fig. 2.

fig. 3), qui dépendent des deux paramètres α et c , touchent en A la droite $p = p_1(1-x)$. Au sujet de la

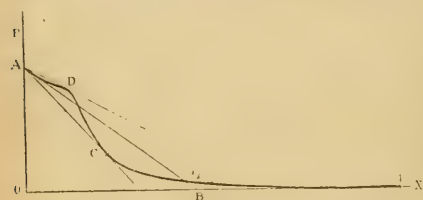


Fig. 3.

forme de la courbe dans le voisinage du point A, il y a deux cas à distinguer. Pour $(\alpha - 2)c < 1$ la courbe (fig. 2) s'étend tout de suite au-dessous de la tangente AB et le décroissement de la pression n'admet qu'un maximum correspondant au point C. Pour $(\alpha - 2)c > 1$ la courbe (fig. 3) s'élève immédiatement au-dessus de la tangente AB, de manière que le maximum du décroissement de la pression en C est précédé par un minimum en D. Jusqu'ici les expériences n'ont pas fait trouver ce minimum, à cause de l'extrême petitesse de l'absorption du point D. — M. Th. H. Behrens s'occupe du rapport entre la cristallisation et la composition chimique. Il en donne les trois exemples suivants : Dans des solutions pures $\text{AzH}^+ \text{MgPO}_4 + 6 \text{H}_2\text{O}$ se présente en cristaux jumeaux (fig. 4, a) tendant à devenir rectangulaires. Il paraîtrait que les individus hémimorphes (fig. 4, b) naissent par superposition hémiprotre de subindividus en forme de

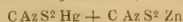


Fig. 4.

losanges (fig. 4, c, d). Si la solution contient un métal trivalent, l'aluminium p. ex., les individus hémimorphes se joignent par le côté opposé et les jumeaux présentent un caractère morphologique hexagonal (fig. 4, e). Cette déformation constitue un cas curieux de cristallogénèse. Les cristaux de



sont lancéolés et verts jaunâtres, ceux de



sont incolores et se présentent sous forme de losanges et de nombreux bâtonnets et aiguilles. Si un mélange des deux solutions contient beaucoup de Cu et peu de Zn, l'addition de $\text{CAzS}^2\text{Hg} + 2(\text{CAzS}^2\text{AzH})$ fait naître des cristaux bruns violacés de la forme de la combinaison de Zn, probablement des cristaux d'un mélange contenant l'anhydride de la combinaison de Cu. — Un exemple plus frappant de l'influence de l'isomorphisme sur les réactions chimiques est fourni par l'action mutuelle de Ag^2SO_4 et de $\text{Ag}^2\text{Cr}^2\text{O}_7$. En joignant à une solution de AgAzO_3 successivement HAzO_3 , H^2SO_4 et un cristal de $\text{K}^2\text{Cr}^2\text{O}_7$, au lieu du dernier des deux sels précités, on voit se former des cristaux monocliniques rouges foncés de $\text{Ag}^2\text{Cr}^2\text{O}_7$ entourés par des cristaux rhomboïdaux incolores de Ag^2SO_4 . Insensiblement ces derniers deviennent jaunes et orangés, évidemment à cause de la pénétration les uns dans les autres des cristaux des combinaisons isomorphes Ag^2SO_4 et $\text{Ag}^2\text{Cr}^2\text{O}_7$, malgré la présence d'une grande quantité d'acide nitrique libre.

2^e SCIENCES NATURELLES. — M. M. W. Beyerinck fait une communication sur la fixation de l'azote atmosphérique dans les cultures du *Bacillus radicicola*. Pour obtenir un milieu nutritif convenable du *Bacillus radicicola* var. *Fabae* il cultive une décoction de tiges de luzerne ou de fèves avec 20% de sucre de canne solidifié avec 8% de gélatine. Pour la détermination de l'azote le liquide à culture consiste dans la même décoction mentionnée ci-dessus, mais sans addition de gélatine. Le matras employé est le ballon de Kjeldahl pour l'incinération avec l'acide sulfurique, parce que la végétation bactérienne se trouve partiellement en contact intime avec le verre. Après huit semaines de végétation à 30° — 15°C, il s'est formé un précipité blanc au fond et sur les parois du matras : on procède alors au dosage de l'azote. L'aspect microscopique de ces cultures, surtout de celles qui sont en contact avec le verre, est très intéressant, parce qu'on y trouve un élément morphologique tout à fait particulier, les « étoiles bactériennes ». Ce sont de petites familles de bactéries ramifiées irradiant d'un seul point, mais dont les branches, à la vérité, s'insèrent sur la base l'une de l'autre. Quand le nombre de ces branches est de trois seulement, on reconnaît la forme ordinaire des bactéroïdes des tubercules du *Vicia faba*. Dans les bonnes cultures, on voit se mouvoir rapidement de nombreux bâtonnets mobiles, dont l'observation se fait sans la moindre difficulté. La détermination de l'azote d'après la méthode de M. Kjeldahl a donné dans un cas particulier les résultats suivants. Une quantité de 100 centimètres cubes de liquide de culture contenait en azote :

Sans infection.....	0 gr. 00495
Avec <i>Bac. Fabae</i>	0 gr. 00612
Le gain en azote est donc.....	0 gr. 00117

Dans d'autres circonstances le gain en azote a été successivement 0,00091; 0,00182; 0,00156 ; 0,00104 ; 0,00208. C'est un gain excessivement petit et la question de savoir s'il ne serait peut-être pas uniquement dû à l'absorption d'ammoniaque ou de nitrate atmosphérique se présente à l'esprit avec d'autant plus de force qu'il a été impossible de démontrer que le sucre de canne exempt d'azote libre est absorbé au milieu d'une gélatine nutritive par la méthode sensible de l'hydrodiffusion décrite ailleurs. — M. C. K. Hoffmann lit le rapport de la commission composée de MM. Hoffmann, Behrens et Weber sur les 7,500 fossiles de l'île de Java envoyés par M. D. M. Verbeek. D'après ce rapport

¹ Le *Bacillus Rolinia* a les mêmes exigences nutritives que le *Bacillus Fabae*, ce qui n'est pas le cas pour le *Bacillus Ornithopi*.

M. K. Martin se charge de la détermination de ces fossiles, pour la plupart des foraminifères et des gastéropodes. Il déposera ses résultats dans un grand ouvrage à 100 planches, qu'il espère pouvoir achever en dix ans.

SCHOUTE,
Membre de l'Académie.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 3 mars 1891.

Le professeur **Anton Fritsch**, à Prague, envoie le tome III (1^{er} cahier) de son ouvrage sur « la faune de la houille et du calcaire de la formation permienne de Bohême ». — Le professeur **Gegenbauer**, à Innsbruck, envoie un mémoire sur « la théorie de la série hypergéométrique ». — Le professeur **Maly** envoie un travail fait par **M. Franz von Hemmelmayr** au laboratoire de l'Université de Prague sur « les dérivés méthylés de l'urée et de la thionurée ». — Le professeur **Paluj**, de Prague, envoie un mémoire intitulé « détermination du coefficient de selfinduction à l'aide de l'électrodynamomètre et d'un inducteur ». L'auteur commence par décrire un inducteur à courants alternatifs sinusoïdaux obtenus par un circuit magnétique qui est périodiquement interrompu et fermé par des armatures de fer. Puis vient la théorie de la détermination de la selfinduction d'une bobine par une méthode qui consiste à mesurer avec un électrodynamomètre, parcouru par un courant faible, la différence de potentiel aux bornes de la bobine et aux deux bouts d'une résistance sans induction propre. Les résultats que donne cette méthode sont comparés aux valeurs théoriques des coefficients. — Le secrétaire dépose un travail de **M. Emil Waelsh** sur « la construction des groupes polaires ». — **M. Josef Maria Eder**, fait une communication sur « de nouvelles lignes et bandes dans le spectre d'émission de la flamme de l'ammoniac brûlant dans l'oxygène ». Il a découvert dans l'ultraviolet un premier système de deux bandes, entourées à droite et à gauche de lignes moins nettes; et ensuite, en allant toujours vers la partie la plus réfrangible, cinq groupes à peu près identiques, formés chacun de quatre bandes très nettes; il y a une plus grande distance entre les deux bandes du milieu qu'entre chacune des bandes extrêmes et la bande voisine, et à droite de chaque système, vers la partie la plus réfrangible, est un groupe de lignes plus fines. — Le conseiller directeur **J. Hann** présente un mémoire de **M. Eduard Mazelle**, adjoint à l'Observatoire astronomique et météorologique de l'Académie nautique de Trieste, sous le titre : « La marche journalière de la fréquence et de l'intensité des vents de chaque direction à Trieste ». — Le vice-président **M. le Conseiller J. Stefan** communique un mémoire de **M. Gustav Jäger** : « Sur la relation de la constante capillaire avec la température et son importance pour la théorie des liquides. »

Séance du 9 avril 1891.

Le président annonce la mort du professeur **Richard Maly**, de Prague correspondant de l'Académie.

M. Ffaundler, d'Innsbruck, envoie un mémoire sur « une méthode perfectionnée pour déterminer les chaleurs spécifiques au moyen du courant électrique ». La méthode publiée par l'auteur en 1869, et fondée sur la loi de Joule, consiste à faire passer un seul et même courant dans une série de spirales plongées dans les liquides dont on veut comparer les chaleurs spécifiques; de dégagement de chaleur est proportionnel à la résistance des spirales. Cette méthode n'a pu être appliquée jusqu'à ce jour qu'à des liquides isolants. L'auteur l'étend aujourd'hui à tous les liquides, en prenant des spirales de verres pleines de mercure. La méthode présente des garanties de précision, car la résistance de mercure peut être prise comme branche d'un pont de Wheatstone et l'on peut ainsi contrôler la constance un courant. L'élevation de température se mesure par une pile thermo-électrique. **M. le conseiller professeur,**

docteur **Constantin Baron von Ettingshausen**, à Graz, envoie un mémoire sur « la flore fossile de Schöneck à Weis (Steiermark.) » Le secrétaire dépose des notes sur quelques résidus de plantes de la houille provenant de la République Argentine, par le professeur **Ladislav Srajnoch**, à Cracovie, « sur le système des complexes de rayons variants de deux surfaces du second ordre », par le professeur **Fock**, à Prague. — Le secrétaire dépose une note pour établir les droits de priorité, du professeur **Hans Hartl**, à Reichenberg, sur « une nouvelle idée pour un thermomètre indiquant au loin la marche continue de la température. — Le conseiller docteur **J. Hann** présente un mémoire intitulé : « Etudes sur les relations de la pression atmosphérique et de la température au pic du Sonnblick, et remarques sur leur importance pour la théorie des cyclones et des anticyclones. » Ce travail renferme les observations faites pendant 4 ans au pic du Sonnblick (3.103 m.). Nous en signalerons seulement quelques points. Les variations brusques de pression à cette hauteur correspondent dans la plupart des cas aux mêmes variations à la surface du sol. La plus haute température en hiver a lieu les jours où il y a le moins de nuages, contrairement à ce qui se passe sur le sol. Les directions du vent au Sonnblick s'écartent très notablement (45° — 90°) et dans le sens d'une rotation à droite, des directions du vent à la base et confirment ainsi les conclusions tirées par Brönn, Leyet Abercromby, du mouvement des nuages. — Le professeur **Wiesner** communique un travail fait par **M. Fígdor** à l'Institut de physiologie végétale de l'Université de Vienne : « Etudes expérimentales et histologiques sur le phénomène de la cicatrisation dans le règne végétal. » Il distingue le cas où la réunion des parties incisées est assez complète pour ne pas pouvoir se distinguer ensuite de l'union normale des cellules dans les tissus; celui où il y a cicatrisation, mais les nouveaux tissus formés sont séparés par le périème des tissus restés intacts; et enfin celui où il y a simplement réunion par une soudure, les cellules détachées se résorbant en une masse gommeuse qui rétablit l'adhérence. La cicatrisation des plantes exige certaines conditions, qu'il ne faut pas dépasser, de pression et de température. — Le colonel **Albert von Obermayer** montre des photographies qui représentent les phénomènes lumineux qui accompagnent la réduction en poussière des fils de fer par la décharge électrique. — Le docteur **Gottlieb Adler**, privat-docent à l'Université de Vienne, communique un mémoire « sur la valeur du travail magnétique dans les substances de coefficient magnétique variable, particulièrement dans le fer. »

Séance du 16 avril 1891

Le secrétaire dépose un mémoire du **D^r Horbaczewski**, professeur à Prague : « Contribution à l'étude de l'acide et des bases de la xanthine, et formation de la leucotiose dans l'organisme des mammifères. » — Le prof. **Wiesner** communique un travail de **M. E. Rathay** sur l'action de la foudre sur la vigne, le fait signalé par Colladen et contesté par Caspari, à savoir que le coup de foudre rougit les feuilles de la vigne, est vrai pour toutes les variétés de vigne dont les feuilles rougissent à l'automne. Cette coloration n'est pas une conséquence immédiate du coup de foudre, elle est un simple effet mécanique et on produit la même modification des feuilles en blessant les nervures de la feuille par une flexion ou une incision. Les feuilles rougies transpirent beaucoup moins que les feuilles vertes. — Le prof. **Braner** dépose la deuxième partie de l'ouvrage qu'il a entrepris avec **M. von Bergenstamm** sur la « monographie des *Muscaria schizometopa*. » — Le prof. **Adolf. Lieben** présente un mémoire du prof. **Skrapp** à Graz : « sur la transformation de l'acide maléique en acide fumarique. » La théorie de Wislicenus ne rend pas compte de tout, et l'on est conduit à admettre que des liaisons additionnelles de l'acide maléique jouent parfois un

rôle important. Il y a en effet des réactions dans lesquelles la transformation isomérique semble ne pouvoir être attribuée qu'à des actions catalytiques; c'est ainsi que dans la formation d'acide succinique chloré par l'action de l'acide chlorhydrique sur l'acide maléique, on a transformation d'acide maléique en acide fumarique; cette transformation se produit encore dans la décomposition des maléates en solution dans l'eau par les acides sulfurique ou sulfhydrique. — Le prof. **Lieben** présente une seconde communication: « sur la théorie de la double liaison », dans laquelle il cherche à expliquer les propriétés de la double liaison par des mouvements intramoléculaires. — Le prof. **E. Weyr** présente la seconde partie de son travail: « sur les courbes gauches du sixième ordre et de genre un. » Au compte rendu est annexé un tableau contenant les observations faites à l'Observatoire météorologique et magnétique durant le mois de février 91. Le maximum de la température à Vienne pendant ce mois de février a été de 8°6 (le 24) et le minimum — 11° (le 8).

Emil WEYR,
Membre de l'Académie.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE SAINT-PÉTERSBOURG

Séance du 22 mars 1891

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Imchenetski présente un mémoire du capitaine **P. Schiff**, professeur à l'Ecole d'artillerie, écrit en français et intitulé: *Sur l'intégration d'un système d'équations différentielles linéaires simultanées aux dérivées partielles d'ordre supérieur*. Le mémoire sera publié dans un des prochains bulletins de l'Académie.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. Wild lit sa note: *Sur l'influence de la position du thermomètre sur ses indications de la température de l'air ambiant*. A la suite des observations faites d'heure en heure, pendant plusieurs années, sur des thermomètres posés de différentes façons, le savant académicien arrive à cette conclusion, que dans aucune des positions de l'instrument on ne peut déterminer la température réelle de l'atmosphère avec l'approximation d'un dixième de degré, si l'on n'établit pas un fort courant d'air (de 2 m. 1/2 par seconde au moins) autour de la boule du thermomètre. Même dans ces conditions la détermination n'est exacte que quand on évite le voisinage de grandes masses inertes. D'ailleurs ces conditions sont faciles à remplir pour les instruments ordinaires; on ne rencontre des difficultés que pour les instruments autographiques. — M. Wild présente ensuite un travail du professeur **Chwolson** relatif aux actinomètres et aux méthodes des observations actinométriques. Ce mémoire intitulé: *De la distribution de la chaleur dans une boule noire éclairée d'un seul côté*, contient d'abord l'exposé de l'état calorifique stationnaire des boules noires, soit homogènes, soit formées de plusieurs couches concentriques hétérogènes et éclairées d'un seul côté. Dans une autre partie de son travail, l'auteur considère l'état changeant d'une boule, soit dans son passage de la température de l'air ambiant à l'état stationnaire, soit pendant son refroidissement après que les rayons lumineux ont cessé leur action.

Séance du 8 avril 1891.

SCIENCES NATURELLES. — M. A. Strauch présente la note de M. L. Kroulikovski intitulée: « *Matériau pour la connaissance de la faune malacozoologique de la Russie* ». Cette note comprend la liste de tous les mollusques connus, terrestres ou des eaux douces, du gouvernement (province) de Kazan et en partie de celui de Viatka. Les espèces, au nombre de 75, sont décrites brièvement avec l'indication de leurs variétés; cette description est accompagnée des observations sur leur distribution géographique en général et dans la région étudiée en particulier. En définitive, l'auteur

trouve que « la faune des mollusques des provinces de Kazan et de Viatka fait partie de celle de l'Europe centrale et ne s'en distingue que par quelques formes locales, peu nombreuses ». Cependant le voisinage de la Sibirie se fait déjà sentir: certains genres européens font complètement défaut. La note est complétée par une liste de mollusques des environs de Tachkent (Turkistan russe) et de la péninsule de Manghichlak (mer Caspienne). L'ouvrage de M. Kroulikovski est une des rares études sur la faune du Nord-Est de la Russie encore si peu connue; il fait suite à son travail: *Contribution à l'étude de la faune malacologique de la Russie*, publié dans le tome LX des Mémoires de l'Académie.

O. BACKLUND,
Membre de l'Académie.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séance du 3 avril 1891.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Millosevich annonce que, dix-sept jours après la découverte de la petite planète (304), il en a trouvé une seconde qui, si elle n'est pas une des petites planètes perdues, doit prendre le numéro (307). L'astre a un éclat plus grand que le précédent et il est de la 11^e grandeur. Les positions que M. Millosevich a pu déterminer sont les suivantes:

	Temps moyen de Rome	R		Distance polaire
		^h _m ^s	^h _m ^s	
1891 MARS 1.....	12. 5.36	10.47.29.11	78.23.25.1	
— 2.....	11.22. 6	10.46.35.74	78.15.36.0	
— 5.....	12.33. 0	10.43.46.52	77.50.51.0	
— 6.....	10.10.32	10.42.57.29	77.43.41.6	
— 7.....	9.47.27	10.42. 2.75	77.6. 1.8	
AVRIL 1.....	9.58.28	10.23.33.34	75. 5. 6.5	

— M. Millosevich communique de plus à l'Académie les observations qu'il a faites au sujet de la nouvelle comète découverte par M. Barnard à l'Observatoire Lick, et par M. Denning à Bristol.

	Temps moyen de Rome	R		Distance polaire
		^h _m ^s	^h _m ^s	
1891 AVRIL 1.....	7.52.24	1. 8. 5.19	47.55.24.9	
— 3.....	8. 0.43	1.13.40.60	50. 1.30.5	

La comète a un vif éclat; elle est ronde avec un noyau de 10^e grandeur; diamètre 2^e environ.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. Vicentini a étudié la résistance électrique des amalgames concentrés d'étain, à l'état de fusion parfaite produite par une température élevée. En examinant les variations présentées par le coefficient de la résistance électrique, l'auteur a déterminé la proportion des deux métaux qui est l'origine de la variation plus grande de leurs propriétés physiques. Les observations prouvent que l'on obtient des variations de résistance plus fortes avec des amalgames moins riches en étain, et que la résistance des métaux est en relation avec la diminution de volume qui se produit lorsqu'on les mélange ensemble. — M. Grablovitz donne la description d'un séismographe à pendules coniques, qu'il a fait construire en modifiant le modèle proposé par Gray. L'enregistrement des oscillations est fait sur du papier par un crayon. A l'aide d'une disposition particulière, le plus petit mouvement du sol est multiplié, et la sensibilité de l'appareil est telle qu'il suffit d'appuyer légèrement le doigt sur la console qui le soutient, pour opérer le déclenchement qui fait entrer le séismographe en action. — M. Piccini poursuit ses recherches sur le molybdène; il présente une série de composés fluorurés de ce corps et qu'il appelle fluossipermolybdés. M. Piccini fait observer que l'étude de ces combinaisons du molybdène est intéressante à connaître pour déterminer la capacité de saturation des éléments, et pour avoir une connaissance plus parfaite de cet état spécial de l'oxygène, qu'on a appelé antozonique.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. Tizzoni et M^e Cattani

ont relevé plusieurs faits nouveaux relatifs à la biologie du bacille du tétanos, qui complètent nos connaissances sur ce microorganisme, et donnent l'explication des différences existant entre les cultures obtenues par les auteurs et celles obtenues par M. Kitasato. Les expériences exécutées par M. Tizzoni, avec la collaboration de M^e Cattani, démontrent que les spores du tétanos, qu'on laisse sécher dans l'obscurité sur des morceaux de soie, perdent en quelques mois leur pouvoir pathogène et leurs propriétés végétatives. Il est probable que l'atténuation et la mort des spores est due à l'action de l'oxygène de l'air, action qui doit empêcher une diffusion étendue du microorganisme sur la surface de la terre. En faisant des cultures du bacille sur des milieux nutritifs divers et dans des conditions variables, on voit l'atténuation se produire toujours dans un temps plus ou moins long, et les bacilles présenter des modifications importantes et caractéristiques, dont les auteurs donnent une description détaillée. Dans la gélatine à 37°C. par exemple, les bacilles virulents manifestent toujours une réaction alcaline; lorsque la virulence va s'affaiblissant, la réaction peu à peu devient franchement acide. Les inoculations faites avec des cultures atténuées expliquent leur action pathogène dans un temps plus long que pour les inoculations très virulentes. Si l'atténuation augmente, les phénomènes tétaniques se limitent à la partie inoculée; lorsqu'enfin les phénomènes tétaniques font défaut, on observe dans les animaux inoculés un amaigrissement progressif, et la mort par marasme survient en 20 à 30 jours. Les auteurs ont étudié le développement du microorganisme

du tétanos dans le sérum du sang, les actions de différents gaz et de la pression sur les cultures. Ils ont encore cherché la cause de l'acidité des cultures atténuées, et ils ont vu qu'elle était due, ainsi que l'avaient déjà reconnu MM. Kitasato et Weyl, à l'acide butyrique; mais en ajoutant cet acide aux cultures virulentes, la virulence reste inaltérée, ce qui prouve que l'acidité des cultures du tétanos n'est pas la cause, mais l'effet de leur atténuation. Des cultures virulentes enfin, filtrées et conservées dans l'obscurité, sont devenues inactives et elles ont déterminé seulement l'état de marasme chez les animaux inoculés; la toxalbumine du tétanos, au contraire, même après un temps plus long, a conservé toute son activité. — M. Magini avait cru reconnaître¹ dans les cellules nerveuses du lobe électrique de la torpille adulte, une orientation des nucléoles qui se produisait après l'excitation. Dans une nouvelle note l'auteur répond à M. Coggi² (qui attribuait la position du nucléole à une action du liquide fixateur), que l'orientation constante des nucléoles, dans la direction des nerfs électriques, et l'absence du déplacement dans les cellules des torpilles très jeunes, confirment son hypothèse et constituent un fait morphologique qu'il se propose d'étudier encore. — M. de Stefani rend compte de quelques notices préliminaires sur les résultats qu'il a obtenus en visitant l'île de Sardaigne, pour comparer les formations géologiques de cette île, avec celles de la Tunisie et de la Corse. M. de Stefani passe en revue la constitution des roches, la succession des terrains, etc.

Ernesto MANCINI.

COURRIER DE BERLIN

LE TRANSPORT ÉLECTRIQUE DE LA FORCE EN ALLEMAGNE ET EN SUISSE

Nos lecteurs connaissent les belles expériences de M. Marcel Deprez. Ils savent qu'en 1882 cet éminent électricien transportait de Miesbach à Munich, c'est-à-dire à une distance de 52 kilomètres, des courants électriques de 1000 à 1300 volts. Ils n'ignorent pas non plus que M. Deprez répétait quelque temps après cette expérience entre Creil et Paris, c'est-à-dire à une distance semblable.

Malheureusement ces essais ne pouvaient avoir alors de résultat immédiatement pratique. A bon droit les autorités ne toléreraient point qu'on introduisit dans les maisons particulières ou même les usines des courants de si haute tension : et d'autre part transporter à distance des courants de quelques centaines de volts seulement exigerait, pour arriver à une quantité suffisante d'électricité, des conducteurs d'une si forte section, et par conséquent si chers, que le bénéfice résultant de l'utilisation des forces naturelles se convertirait en perte.

Aujourd'hui, grâce aux transformateurs, ces difficultés n'existent plus. Rien n'est plus aisé que de transformer en courants inoffensifs des courants de 10, 20 ou 30 mille volts, et cela au moment où ils pénètrent dans les lieux habités. En outre nous n'en sommes plus réduits à la machine dynamo-électrique à courants continus. Nous avons le dynamo à courants alternatifs qui paraît plus économique dans le cas spécial.

C'est donc sans se lancer dans l'inconnu que l'*Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft* de Berlin et la *Maschinenfabrik* d'Oerlikon (Suisse) ont pu projeter le transport de Lauffen-sur-Neckar à Francfort-sur-le-Mein, c'est-à-dire à une distance de 180 kilomètres, des courants électriques d'environ 30.000 volts, et cela au moyen de trois conducteurs en cuivre non isolés d'ensemble 38 millimètres carrés de section et installés sur de simples poteaux télégraphiques. Mais, avant de poser ces trois fils, on a voulu s'assurer du bon

fonctionnement des appareils. Dans ce but les ateliers d'Oerlikon avaient installé une ligne provisoire d'un développement de sept kilomètres et convoqué, outre la compagnie cointéressée, les représentants de l'administration des télégraphes allemands et le directeur de l'Exposition électrique de Francfort, M. de Miller.

Voici, d'après l'*Electrotechnischer Anzeiger*, quelques détails sur l'installation d'Oerlikon, installation qui sera transportée de toutes pièces à Lauffen et à Francfort. Il n'y aura de modifications que les machines et la longueur de la ligne, détails sans grande importance dans ce cas spécial.

La machine primaire à courants alternatifs engendre des courants de 40 à 110 volts et de 4.000 ampères, c'est-à-dire de très faible tension. Ces courants passent dans un transformateur Brown qui multiplie les tensions 300 fois, c'est-à-dire qu'il transforme les courants de la machine en courants de 12.000 à 33.000 volts. Au dire de M. Brown, ces transformateurs supporteraient jusqu'à 50.000 volts. Ils présentent en outre une innovation d'un grand avenir. Le caoutchouc durci ne constitue, avec de pareilles tensions, un isolant sûr que s'il n'offre aucune solution de continuité, ce qu'on ne saurait garantir. M. Brown l'a remplacé par un vase rempli d'huile où il loge ses transformateurs. L'huile remplit tous les interstices et chasse l'air qui pourrait compromettre l'isolement.

C'est également avec l'huile qu'on est arrivé à garantir l'isolement absolu de la ligne. Les isolateurs en porcelaine, système Johnson-Phillips, sont entourés à leur base d'une sorte de rigole pleine d'huile qui sépare la surface extérieure de l'intérieure et qui garantit un parfait isolement, même lorsque la pluie vient humidifier les isolateurs.

¹ Voir la *Revue* du 15 mai 1890.

² *Ibid.* du 15 décembre 1890.

Le courant de 33.000 volts passe du transformateur primaire dans la ligne, et de là dans un transformateur secondaire qui, au contraire du premier, le réduit à une tension d'environ 100 volts, c'est-à-dire à une tension qui le rend propre à tous les usages et ne présente plus aucun danger.

Pourquoi cette double transformation qui comporte une certaine perte ? La publication citée nous apprend que ce sont uniquement des considérations pratiques qui l'ont dictée. Avec des tensions de 40 à 110 volts on travaille à l'usine sans danger ; avec celles de 30.000, malgré toutes les précautions, les accidents sont inévitables.

Je disais que les machines d'Oerlikon sont à courants

alternatifs. A Lauffen on installera des machines du même type en somme, mais d'un système tout nouveau, que l'inventeur M. de Dolivo-Dobrowolsky, de l'*Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft*, a baptisé *courant rotatif* (*Drehstrom*) ou *courant à phases multiples* (*Mehrphasenstrom*). Sur ce système les détails précis font encore défaut.

A Francfort l'électricité provenant de Lauffen chargera les accumulateurs de chaloupes électriques, actionnera des wagons de tramways et des machines de tout genre, alimentera des lampes, etc. Si l'expérience réussit, ce sera la solution définitive d'un des plus importants problèmes de notre siècle.

G. VAN MUYDEN.

RAPPORTS

LA LUTTE CONTRE LA FIÈVRE TYPHOÏDE DANS L'ARMÉE

Dans un récent article sur les progrès de l'hygiène¹, nous avons indiqué, d'après les rapports du Ministre de la Guerre pour 1888 et 1889, la diminution de la fièvre typhoïde dans l'armée, consécutive à la filtration pastorienne de l'eau au moyen des bougies Chamberland. L'emploi plus général de ces filtres dans les casernes a continué d'y abaisser la mortalité par fièvre typhoïde en 1890.

M. de Freycinet vient de signaler ce remarquable résultat à M. le Président de la République, dans un rapport qu'il nous paraît utile de mettre sous les yeux de nos lecteurs. Voici cet important document :

Dans mes rapports du 16 juin 1889 et du 18 février 1890, j'ai exposé les principales mesures prises par mon administration pour atténuer les ravages de la fièvre typhoïde dans l'armée. Ces mesures consistent essentiellement dans la suppression des fosses d'aisance fixes et dans l'amélioration des eaux potables. Cette dernière précaution surtout exerce un effet décisif sur la naissance et le développement de la maladie. Une expérience de près de trois années a démontré que, chaque fois qu'une eau pure a été substituée dans les casernes à une eau contaminée, l'épidémie qui s'était déclarée n'a pastardé à diminuer et s'est éteinte entièrement ; et, inversement, chaque fois que l'eau, jusque-là bonne, avait été contaminée par suite de

circonstances quelconques, la maladie avait bientôt fait son apparition et s'était développée tant que la cause elle-même avait duré.

C'est cette conviction qui m'a engagé à poursuivre avec persévérance l'installation de filtres perfectionnés dans tous les établissements où il n'était pas possible de faire arriver des eaux naturelles d'une qualité irréprochable. Au 1^{er} janvier 1889, il existait un nombre de casernements représentant 230.000 places disponibles, dans lesquels l'installation de filtres était reconnue nécessaire. Au 1^{er} janvier 1890, ce nombre était tombé à 153.000 ; il n'est plus actuellement que de 61.000, et j'ai tout lieu de croire qu'il aura disparu à la fin de l'année. En ce moment il existe 18.759 bougies filtrantes, fonctionnant dans 264 établissements. Après quelques tâtonnements, l'installation et l'entretien n'ont plus rien laissé à désirer et la régularité des appareils est devenue parfaite.

La diminution de la fièvre typhoïde a suivi une marche parallèle. On en pourra juger par le tableau ci après, dans lequel les nombres des cas de maladie et des décès, pendant chacune des années 1889 et 1890 sont comparés avec la moyenne des deux années 1886 et 1887 ; je laisse de côté l'année 1888, année de transition, dans laquelle j'ai fait procéder aux premiers aménagements.

DÉSIGNATION	MOYENNE DES ANNÉES 1886 ET 1887	ANNÉES		DIMINUTION		PROPORTION POUR % EN MOINS	
		1889	1890	en 1889	en 1890	en 1889	en 1890
Nombre des cas de fièvre typhoïde.....	6.881	4.412	3.491	2.469	3.390	36	49
Nombre des décès par la fièvre typhoïde...	861	641	572	229	292	25	34

GOUVERNEMENT MILITAIRE DE PARIS	MOYENNE DES ANNÉES 1886-1887	ANNÉES		DIMINUTION		PROPORTION POUR % EN MOINS	
		1889	1890	en 1889	en 1890	en 1889	en 1890
Nombre de cas de fièvre typhoïde.....	1.270	531	369	739	961	58	75
Nombre de décès par la fièvre typhoïde....	136	82	52	54	84	40	62

Ainsi, en 1890, la réduction sur le nombre des cas est de la moitié, et sur le nombre des décès, d'un tiers. Il est assez remarquable que, dans chacune des années 1889 et 1890, les cas ont diminué dans une proportion plus grande que les décès. Cela tient sans

doute à ce que, parmi les eaux remplacées ou améliorées, il s'en trouvait qui contenaient le germe typhique en proportion relativement faible et qui déterminaient peu de cas mortels. Il faut considérer aussi que les soins et précautions de tous genres, qui ont été redoublés dans les corps de troupe, sont d'autant plus efficaces que les influences morbides sont moins

¹ Dans la *Revue* du 30 mars 1890, t. II, p. 180-181.

fortes, et qu'il est dès lors plus facile de prévenir les épidémies bénignes que d'arrêter les épidémies meurtrières.

Les résultats de 1890 auraient été encore plus satisfaisants si l'épidémie d'« influenza » qui a sévi dans les premiers mois de l'année n'avait aggravé un certain nombre de cas, ainsi qu'elle a fait pour d'autres maladies, et si, d'autre part, des épidémies locales de fièvre typhoïde n'avaient brusquement éclaté dans plusieurs garnisons, où rien ne les faisait prévoir, par suite de la contamination, constatée après coup, des conduites municipales qui fournissaient l'eau aux casernes. Il y a tout lieu d'espérer que ces accidents deviendront de plus en plus rares à mesure que l'attention des autorités civiles est davantage appelée sur cette nature de dangers.

Quoi qu'il en soit, en tenant compte que les amétiorations introduites en 1890 ont été graduelles et ne porteront leur plein effet qu'en 1891, il est permis de penser, ainsi que je l'indiquais dans mon rapport du 18 février 1890, qu'une fois la réforme terminée, le nombre des cas sera réduit des trois quarts et celui des décès des deux tiers¹. Cette prévision est confirmée par les résultats obtenus dans le gouvernement de Paris, où la substitution de la bonne eau a pu être

réalisée, dans tous les établissements *intra muros*, dès la fin de 1889.

Quand les établissements *extra muros*, qui entrent dans cette statistique, seront pourvus des filtres dont l'installation est ordonnée, le résultat annoncé sera largement atteint ou plutôt dépassé. Il n'y a pas de motif pour qu'il n'en soit pas de même sur l'ensemble du territoire, et j'ai la confiance que la statistique générale de 1892 en fournira l'éclatant témoignage.

Je suis d'autant plus fondé à l'espérer que je rencontre de toutes parts dans l'armée les concours les plus dévoués. Le commandement et le service de santé rivalisent de zèle, à tous les degrés de la hiérarchie, pour assurer le bien-être des hommes et améliorer l'hygiène. Ce n'est pas seulement sur la qualité des eaux que leur sollicitude s'exerce; mais elle porte sur divers points qui intéressent le développement des épidémies, tels que surmenage, propreté corporelle, désinfection des casernements, etc. Ces efforts combinés auront certainement pour résultat d'abaisser dans une proportion notable la mortalité générale dans l'armée ainsi que le nombre des journées d'hospitalisation¹.

G. DE FREYCINET.

Président du Conseil des Ministres,
Ministre de la Guerre.

CHRONIQUE

UNE EXCURSION ZOOLOGIQUE AU LABORATOIRE ARAGO ET A ROSAS

Pendant les dernières vacances de Pâques, M. le professeur H. de Lacaze-Duthiers a fait, en compagnie de professeurs français et étrangers et d'étudiants de Paris, une excursion au laboratoire Arago.

M. de Lacaze-Duthiers, en rendant compte il y a quelques temps des résultats obtenus à Roscoff pour la culture des huîtres, avait fait allusion à une culture faite, lui avait-on dit, à Rosas, en Espagne. Ayant conduit le mois dernier les excursionnistes dans cette localité, il vient de faire connaître à l'Académie² ce que l'on tente sur le versant opposé des Pyrénées.

Voici l'emploi du temps des excursionnistes, arrivés à Banyuls le jeudi 26 mars :

Vendredi 27. — L'aquarium étant richement peuplé, toute la matinée s'est passée en causeries devant les bacs où les animaux vivants et épanouis se présentent pour la première fois dans l'état naturel aux excursionnistes parisiens et éveillaient vivement leur curiosité.

Le bac des Alcyonairens était particulièrement beau, et l'on y pouvait étudier comparativement quelques types des plus intéressants, tels que *Gorgones* de plusieurs espèces (*Gorgonella sarmentosa*; *Gorgonia graminea*; *G. subtilis*; *G. verrucosa*, *Muricea violacea*, *Symphodium coralloides* variant du rouge au blanc, au jaune, au violet, des Alcyons (*Alcyonium palmatum*), atteignant dans leur épanouissement la taille d'un pied et formant de véritables bouquets épanouis où leurs caractères étaient faciles à reconnaître et à dessiner en les opposant à ceux du *Parnalegionium elegans*, P. Edwarsii.

Dans ce bac vivaient aussi des Zoanthaires à Polypiers dans un état d'épanouissement dont les ouvrages ne donnent aucune idée. On avait sous les yeux réunis côte à côte des Balanophyllies et des Dendrophyllies, genres à polypiers poreux dont il était facile d'apprécier les caractères par les animaux avec ceux des *Caryophyllies* et des *Flabellum*, Zoanthaires aussi, mais à polypiers compacts.

Parmi les Zoanthaires sans polypiers les *Ilyanthes* vivant depuis plus d'un an et des *Polythoa arinella*, type

jadis rare et aujourd'hui commun dans l'aquarium de Banyuls, et de nombreuses espèces d'Actinies offraient un sujet fort intéressant d'observation pour l'étude de la symétrie radiaire de ces animaux.

On a pu constater une fois de plus combien sont bonnes les conditions de vitalité présentées par l'aquarium Arago, en voyant les innombrables animaux nés dans les bacs et en particulier des Botrilles ayant produit des plaques grandes comme la main, des Bonellies vertes s'allongeant de près d'un mètre, des Filigranes encombrantes par leur multiplication, tous ayant été portés à l'état d'embryons avec l'eau puisée par la pompe dans la mer.

Le corail, ayant vécu pendant dix mois, était mort par suite de la rigueur des gélées de l'hiver; mais M. de Lacaze-Duthiers a fait mieux que de montrer cet alcyonaire: il l'a fait pêcher par les élèves eux-mêmes.

Pendant que l'on étudiait ainsi les animaux vivants dans l'aquarium, le bateau du laboratoire sortait et ramenait bientôt son chalut rempli d'animaux et de débris sous-marins de toute sorte. Alors sur le pont, aidés par les marins et guidés par le personnel du laboratoire, les excursionnistes ont retiré du filet, au milieu de la vase, des Poissons variés, des Ascidies (Cynthiades, Molgulidés, Phallusiades) en nombre considérable, des Étoiles de mer, des Ophiures, des Comatules, des Holothuries, des Alcyons, des Vértébrés, des Pennatulés, des Caryophyllies, des Mollusques Gastéropodes et Acéphales, aussi nombreux que variés.

Après quoi, chacun a pu porter les objets choisis sur sa table de travail, les déterminer, les étudier, en prendre des dessins et constater la richesse de la faune dans les environs du laboratoire, tout en se rendant un compte exact de la pêche au chalut.

Dans la soirée du vendredi les observations ont été continuées dans l'aquarium, à la lumière électrique; les Vértébrés, les Pennatulés, les Serpuliens pêchés le matin causaient par leur épanouissement et leurs belles couleurs, comme par leur délicatesse, l'admiration des visiteurs. Les Vértébrés surtout, plantés dans le sable du fond des bacs par la partie de leur Zoanthodème dépourvu de Polypes, s'élevaient comme des

¹ On ne peut espérer faire disparaître entièrement la fièvre typhoïde de l'armée, parce qu'elle y est journellement introduite par des causes extérieures (arrivée des recrues, des réservistes, alimentation en dehors des casernements, etc).

² Académie des Sciences, séance du 20 avril 1891.

¹ Rapport présenté à M. le Président de la République, le 12 février 1891.

colonnes de trente et quarante centimètres couvertes de fleurs, dont la transparence permettait, à l'aide de l'éclairage intense d'une lampe à arc, de lire les moindres détails de leur organisation interne.

Samedi 28. — Au point du jour 15 excursionnistes, à bord du bateau du laboratoire, se rendaient dans les eaux du cap l'abeille pour pêcher avec la drague et l'engin des corailleurs.

Les résultats ont été fort heureux puisque du Corail, des Brachiopodes (Crancie, Argiope) et de nombreux Amphioxus, le tout bien vivant, ont été rapportés par les engins de pêche.

Lundi 30 — Visite des ports de Collioure et de Port-Vendres. Dans ce dernier, le long du quai, le directeur fait recueillir des pontes de Mollusques, des Vermets, des Comatules, des Tarets, des Spirographis, des Bulles, des Cérithes, etc. Six personnes sont descendues en scaphandre et ont rapporté des animaux variés.

Mardi 31 — Dans la matinée, conférence et exercices pratiques par M. Prouho, sur les Bryozoaires vivant dans les bacs et pêchés pendant les sorties du bateau.

Dans la soirée, conférence sur les Poissons de la localité par M. Guitel. Promenade sur les rochers voisins du laboratoire, sous la direction du Directeur, où l'on a recueilli des Oursins, des Actinies et où l'on a appris à trouver le *Gadina Garnotii*, siphonaire qui vit avec beaucoup d'autres animaux dans les troitours formés à la limite des eaux par une algue calcaire, le *Lithophyllum cristatum*.

Mercredi 1^{er} et jeudi 2 avril. — Excursion en Espagne à Rosas.

Le temps, devenu pluvieux, et le vent trop faible ne permirent pas d'effectuer des dragages. En allant visiter l'établissement d'ostreiculture de Rodamar, le long de la grève qui y conduit, on fit de bonnes récoltes; on recueillit en effet, rejetées par la lame, des coquilles d'Acéphales, des Gastéropodes, des tests d'*Amphidetus* (*Echinocardium Mediterraneum*) et une *Tethys léporine* vivante; des Bryozoaires, des Ascidies.

L'établissement d'ostreiculture est situé à l'embouchure de la petite rivière appelée Lloregat. Après être née dans le versant sud du massif du Canigou et avoir coulé assez irrégulièrement dans la grande plaine d'Ampurias, qui s'étend de Figueras à Rosas, elle a été canalisée non loin du point où elle se jette dans la mer et où les eaux douces et salées se mélangent, ce qui est une des meilleures conditions pour obtenir les huîtres de bonne qualité. C'est là qu'est l'établissement consistant en bassins assez élevés pour être à l'abri des fortes crues de la rivière et des grosses lames de la mer. Ces bassins sont alimentés d'eau de mer par un moulin automateur actionnant une pompe.

Les huîtres sont placées sur des cadres grillagés de fil de fer et peuvent être visitées en soulevant ces derniers avec des crocs particuliers. Leur nombre est considérable et leur vente facile et fructueuse à Barcelone et dans les autres villes de la Catalogne.

Leur origine est française. Une première fois du naissain a été apporté d'Arcachon à Rodamar et s'y est bien développé. Mais un envoi fait cette année même a été saisi à la frontière par la douane française sous le prétexte que les huîtres n'avaient pas la taille marchande.

A un certain point de vue la chose est fâcheuse. En effet la vente du naissain peut être une source de revenu fort rémunérateur pour les éleveurs placés dans de bonnes conditions, permettant à l'huître une reproduction facile. Il arrivera certainement un moment où l'élevage des huîtres d'une part pour la consommation et d'autre part pour la production du naissain, constitueront deux branches distinctes de l'ostreiculture; cette division du travail existe déjà dans quelques localités.

Dans le lit de la rivière où la salure est diminuée par le mélange des eaux, des pilotes nombreux ont été implantés et, suivant la méthode usitée dans les baies

de Charrons et de l'Aiguillon, on a, à l'aide de sacs, de vieux filets, fait fixer des moules qui prennent une belle taille et sont déjà estimées sur les tables catalanes.

Vendredi 3 avril. — La flore du Massif des Albères est fort intéressante; M. Flahault, qui l'a beaucoup étudiée et qui doit au mois de mai guider la Société de Botanique dans cette partie des Pyrénées, était venu pour se rendre compte de l'état de la végétation. Il a passé quelque temps à Banyuls et c'est sous les murs mêmes du laboratoire, au milieu des rochers baignant dans la mer, qu'il fit une herborisation, véritable conférence des plus instructives, pendant laquelle il fit recueillir de nombreuses espèces d'algues.

Les excursionnistes, n'ayant pas été favorisés par un calme et une légère brise d'est pouvant amener des animaux flottants de la surface, ont eu néanmoins assez de Beroés de Forskal pour se rendre compte de ce que sont ces animaux pélagiques ayant la transparence du cristal et présentant les irisations de l'arc-en-ciel par la décomposition de la lumière dans leurs organes locomoteurs.

Deux observations importantes pour les étudiants ont été faites pendant la durée de l'excursion. On sait que beaucoup de faits relatifs à la reproduction des Céphalopodes ont vivement intrigué les zoologistes. Ces animaux vivent difficilement en captivité, si on ne leur fournit les milieux parfaitement appropriés à leur mode d'existence. Dans le bassin à jet d'eau du milieu de l'aquarium, tous les excursionnistes ont pu voir à loisir une belle Sépia, entourant une tige dénudée de *Zoster* avec la pointe de ses bras, former peu à peu une grappe de raisins de mer, comme disent les marins. Sa ponte a été faite en un jour; elle avait commencé la veille au soir à la lumière électrique.

Mais ce qui surtout a beaucoup été remarqué, c'est la ponte et le développement des Comatules. Le bac où se trouvaient ces animaux était l'objet de l'admiration de tous les visiteurs. La ponte a eu lieu au commencement d'avril et en peu de temps les glaces et les pierres du bac, des tiges d'éponge (*Axinella*) ont été couvertes d'innombrables embryons à tous les états de développement. Après deux jours, les Pentacrines étaient formés et l'on pouvait, à la loupe, contre les parois des glaces, observer leurs bras et leurs pinnules.

A Roscoff, c'est surtout dans le mois de juillet, fin juin et commencement d'août que la ponte s'accomplit. D'autre part, M. de Lacaze-Duthiers se souvient d'avoir trouvé des tapis de Pentacrines sous les pierres de la jetée de Frontignan, à Cette, aux mois d'août et de septembre. En rapprochant ces observations et en s'en tenant à elles, on serait en droit de conclure que dans la Méditerranée la période de reproduction des Comatules est plus longue que dans la Manche.

Les excursionnistes ont tous pu vérifier l'observation suivante, l'une des plus curieuses et des plus importantes de la Zoologie moderne, faite par Wyville Thompson et Carpenter, à savoir que la forme Pentacrine est la forme larvaire et embryonnaire des Comatules vivant dans nos parages. Ils ont pu tirer cet enseignement précieux de ce qu'ils constataient que l'étude de l'évolution des êtres est inséparable de l'histoire des animaux et que les expériences s'imposent absolument aujourd'hui au zoologiste.

Dans ces causeries intimes répétées à tout instant au milieu de la nature même, près des animaux réputés les plus rares et les plus variés, les observations deviennent et plus attrayantes et plus fructueuses. C'est ainsi que furent suivies avec vif intérêt les expériences que répétait M. Prouho sur l'olfaction des Astéries et sur la défense des Oursins au moyen de leurs pédicellaires.

L'excursion s'est terminée le 6 avril après une dernière conférence de M. Prouho sur les Coralliaires.

Ed. BELZING.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER

Paris.—Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LA THÉORIE ÉLECTROMAGNÉTIQUE DE LA LUMIÈRE

PRINCIPES DE CETTE THÉORIE. — PROPAGATION D'UNE ONDE PLANE

La théorie électromagnétique de la lumière, due au génie de C. Maxwell, a reçu des brillantes expériences de M. Hertz, qui en ont semblé une confirmation, un regain de notoriété. Toutefois, nombre de personnes, effarouchées par l'appareil mathématique qui entoure l'exposé de Maxwell, reculent devant l'étude de sa théorie, malgré tout leur désir d'en connaître quelque chose de plus que le nom. Les pages qui suivent ont été écrites dans le but de les aider à se mettre au courant de ce chapitre récent de la physique; le lecteur est supposé connaître les lois expérimentales des phénomènes électriques et posséder les notions les plus élémentaires du calcul infinitésimal.

La tâche que je me suis imposée a été de dégager de l'ouvrage de Maxwell ce qui est strictement nécessaire pour établir les principes généraux de la propagation des ondes, en y joignant les éclaircissements indispensables, puis d'appliquer ces principes au cas simple d'une onde plane. Du reste, partout où je l'ai pu, j'ai reproduit le texte même de l'illustre physicien : je crois que personne ne m'en blâmera; j'espère même que ces citations inspireront au lecteur le désir d'étudier l'ouvrage original lui-même.

I. — THÉORIE DU DÉPLACEMENT DANS LES DIÉLECTRIQUES

Considérons un tube d'induction dans le diélectrique d'un condensateur (fig. 1). Faraday et Maxwell admettent que lors de la charge du con-

densateur, une section quelconque s de ce tube a été traversée dans le sens de $+$ vers $-$ par une quantité d'électricité positive égale à la charge q qui se trouve à l'origine du tube.



Fig. 1.

« Ceci doit être entendu dans le même sens que « lorsqu'on dit que dans un courant une quantité « d'électricité traverse une section du circuit; quoi « que d'ailleurs puisse être l'électricité, et quoi « que nous puissions entendre par l'expression « mouvement de l'électricité ¹. »

Appliquons la proposition à la surface entière du condensateur : la charge de l'armature positive a traversé sous forme de courant chaque section de la portion conductrice du circuit extérieur au condensateur; d'après Faraday et Maxwell, elle a de même traversé chaque section du diélectrique. Donc, lorsqu'on charge un condensateur, la quantité d'électricité qui traverse une section quelconque est la même, y compris le diélectrique.

Revenons au tube d'induction; nous allons exprimer l'hypothèse de Faraday et Maxwell d'une

¹ Clerk Maxwell : Traité d'Électricité et de Magnétisme, 2 vol. Oxford, 1873; traduct. franç. Paris, 1885.

autre manière. Soit K la constante diélectrique du milieu; le flux de force qui sort de s est $\frac{4\pi q}{K}$;

donc $q = \text{flux de force} \times \frac{K}{4\pi}$; par conséquent, la quantité d'électricité qui a traversé un élément de surface quelconque pris dans le diélectrique, est égale au flux de force qui traverse cet élément, $\times \frac{K}{4\pi}$.

Cette quantité s'appelle le *déplacement électrique* à travers l'élément.

Il y a toutefois un contraste complet entre un conducteur et un diélectrique. Le conducteur n'oppose aucun obstacle au déplacement qu'une force électrique tend à faire naître dans son intérieur, et n'impose aucune limite à ce déplacement. Dans un diélectrique au contraire, le déplacement même éveille des forces antagonistes qui s'opposent à son accroissement, par un jeu analogue à celui par lequel l'élasticité d'un solide, éveillée par les actions extérieures que subit ce dernier, limite la déformation que ces actions extérieures produisent. Par analogie, Maxwell appelle *coefficient d'élasticité électrique* le quotient de la force (par unité de surface) par le déplacement, soit le nombre $\frac{4\pi}{K}$.

L'élasticité diélectrique et la constante diélectrique sont par conséquent en raison inverse l'une de l'autre.

Tout accroissement de l'état de déplacement est équivalent à un courant d'électricité positive dans le même sens que celui-ci. De même, une diminution de l'état de déplacement est équivalente à un courant en sens inverse. Ces courants de déplacement exercent les mêmes actions magnétiques et inductrices que les courants ordinaires, comme MM. Röntgen et H. Hertz l'ont établi expérimentalement².

Considérons un tube d'induction joignant deux conducteurs (fig. 2); à travers toutes les sections de ce tube, le déplacement a été le même. A la base initiale du tube, le sens de l'état de déplacement est du conducteur vers le diélectrique; dans le conducteur contigu à cette base il n'y a d'ailleurs aucun état de déplacement. On dit alors que cette base est *électrisée positivement*, ou *chargée positivement*.

A la base terminale, le sens du déplacement est du diélectrique vers le conducteur; on dit que cette base est *chargée négativement*.

On doit considérer la quantité d'électricité positive qui a quitté la base terminale du tube d'induction pour entrer dans le conducteur B, comme ayant traversé la partie conductrice du circuit pour venir combler le vide fait en avant du conducteur A par le déplacement dans le diélectrique.

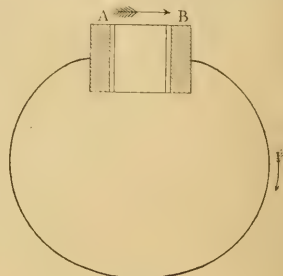


Fig. 2.

On voit qu'il y a une charge positive là où l'état de déplacement commence, et une charge négative là où l'état de déplacement cesse. En réalité, la charge appartient plutôt à la surface du diélectrique qu'aux conducteurs eux-mêmes.

« Concevons qu'une portion quelconque du diélectrique soit séparée (par la pensée) du reste par une surface fermée; alors, sur chaque élément de la surface, il y aura une charge, mesurée par le déplacement total à travers cet élément, ce déplacement étant estimé de dehors en dedans. Si, dans le condensateur tel qu'il est en réalité, la portion considérée du diélectrique se trouve tout entière comprise dans l'intérieur du diélectrique, la charge de la surface sera neutralisée en chaque point par la charge opposée des parties contiguës; mais si la portion considérée est en contact avec un conducteur, c'est-à-dire avec un corps où l'état de déplacement ne peut exister à l'état permanent, la charge superficielle ne sera plus neutralisée, mais constituera ce qu'on appelle communément la charge du conducteur. Ce qui précède montre que le déplacement peut être envisagé comme produisant une polarisation du milieu, puisque, par le fait du déplacement, chaque élément de volume de ce milieu acquiert des charges opposées à ses deux côtés opposés: l'état du milieu diélectrique est analogue à celui d'un aimant, dont chaque particule est elle-même un aimant.

« Si le milieu n'est pas un isolant parfait, l'état de polarisation ne cesse de décroître. Le milieu cède à la force électrique, l'état de contrainte se relâche, et l'énergie potentielle qui lui était due est convertie en chaleur. Si, au lieu d'abandonner le condensateur à lui-même, on maintient

¹ D'après le théorème de Gauss, et en se rappelant que dans un diélectrique de constante diélectrique K une charge doit être considérée comme réduite à la $K^{\text{ième}}$ partie de sa valeur dans l'air.

² Remarquons que dire que, sous l'action d'une force électromotrice, toutes les sections d'un circuit sont traversées par la même quantité d'électricité, revient à dire que l'électricité se déplace comme un fluide incompressible.

« la différence de potentiel primitive entre les
« deux armatures, il s'établit un courant qui res-
« taure l'état de polarisation au fur et à mesure
« que la conductibilité du milieu lui permet de
« disparaître. L'agent qui maintient la différence
« de potentiel dépense ainsi de l'énergie, qui est
« finalement convertie en chaleur ¹. »

II. — ÉQUATIONS DU CHAMP ÉLECTROMAGNÉTIQUE

Ce sont des relations qui existent pour chaque point du champ entre les valeurs de certaines quantités physiques en ce point. Elles jouent dans l'étude de la propagation des ondes électriques un rôle analogue à celui que remplissent en acoustique les équations qui expriment qu'en chaque point de l'atmosphère les lois fondamentales de la dynamique, la loi de Mariotte-Gay-Lussac, etc. sont satisfaites. Nous allons établir plusieurs relations de ce genre.

1° *Relations entre la densité du flux électrique en un point et les dérivées de la force magnétique en ce point.*
— Soit (fig. 3) un pôle unité placé en un point A

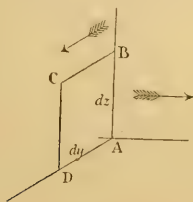


Fig. 3.

(x, y, z) et soient α, β, γ , les composantes de l'action magnétique exercée sur ce pôle. Imaginons que ce pôle décrive le rectangle ABCD dont les côtés sont dy et dz ; le travail des forces électromagnétiques s'évalue comme il suit :

le long de AB, on a γdz ,

le long de CD, on a $-\left(\gamma + \frac{\partial \gamma}{\partial y} dy\right) dz$,

dont la somme algébrique est $-\frac{\partial}{\partial y} dz dy$; les

côtés BC et DA donnent de même $\frac{\partial \beta}{\partial z} dy dz$, et le travail total cherché est ainsi :

$$\left(\frac{\partial \beta}{\partial z} - \frac{\partial \gamma}{\partial y}\right) dy dz.$$

Si l'on considère un courant fermé ² quelconque extérieur au rectangle, ou encore un pôle magné-

tique quelconque, la force exercée sur le pôle considéré par le courant ou le pôle accomplit un travail nul lorsque ce dernier parcourt le contour fermé ABCD. Si maintenant, et c'est le cas le plus général, la région qui avoisine le point A est le siège de courants électriques, le périmètre du rectangle $dydz$ embrasse un fillet du courant, et le travail accompli par un pôle unité parcourant ce périmètre n'est plus nul : il a, comme on sait, pour valeur l'intensité $\times 4\pi$, avec le signe $\pm$ suivant le sens du parcours. Nous allons écrire cette relation : soit φ l'angle du courant avec l'axe des x ; sa section droite est $\cos \varphi dy dz$ et, en désignant par D sa densité, son intensité a pour valeur :

$$dy dz D \cos \varphi;$$

posons $D \cos \varphi = u$; le travail devient :

$$+ 4\pi u dy dz;$$

u peut s'appeler la composante suivant OX de la densité du flux d'électricité; nous appellerons de même v et w les composantes suivant OY et OZ de cette même densité.

En égalant les deux valeurs du travail accompli par le pôle, nous avons :

$$\frac{\partial \beta}{\partial z} - \frac{\partial \gamma}{\partial y} = 4\pi u, \text{ et de même}$$

$$(1) \quad \frac{\partial \gamma}{\partial x} - \frac{\partial \alpha}{\partial z} = 4\pi v,$$

$$\frac{\partial \alpha}{\partial y} - \frac{\partial \beta}{\partial x} = 4\pi w.$$

Ces relations expriment bien le lien qui existe entre le flux u, v, w , et la force magnétique (α, β, γ).

2° *Relations entre les dérivées des intégrales électromotrices en un point et la force magnétique en ce point*

— Soit (fig. 4) un circuit rectangulaire ABCD, en-

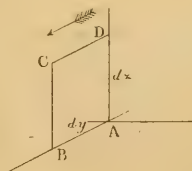


Fig. 4.

tourant l'élément de surface $dydz$.

Imaginons que l'on annule le champ magnétique dans la région où se trouve le rectangle ABCD; il naîtra dans les 4 côtés de ce rectangle des forces électromotrices, que nous allons évaluer.

¹ MAXWELL.

² D'après la théorie du déplacement tous les courants sont fermés.

Désignons par F, G, H les composantes de la force électromotrice totale qui *serait* produite par la suppression supposée du champ, dans un élément rectiligne passant par le point A, cette force électromotrice étant rapportée à l'unité de longueur. J'adopterai pour F, G, H , le nom d'*intégrales électromotrices*¹.

La force électromotrice totale induite est

le long de BA $-G dy$,

le long de DC, $\left(G + \frac{\partial G}{\partial z} dz\right) dy$;

la somme algébrique est $\frac{\partial G}{\partial z} dy dz$.

Les côtés CB et AD donnent de même la somme $-\frac{\partial H}{\partial y} dy dz$, en sorte que la force électromotrice totale induite dans tout le circuit par la suppression supposée du champ est

$$\frac{\partial G}{\partial z} - \frac{\partial H}{\partial y} dy dz.$$

D'autre part, la loi de l'induction nous apprend que cette force électromotrice totale doit être égale au flux d'induction magnétique (ou nombre de lignes de force) qui traverse le circuit ABCD en entrant par la face négative. En désignant par μ la perméabilité magnétique, ce flux est $\mu x dy dz$. On obtient ainsi :

$$\begin{aligned} \mu x &= \frac{\partial G}{\partial z} - \frac{\partial H}{\partial y}, \text{ et de même,} \\ (2) \quad \mu y &= \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\partial F}{\partial z}, \\ \mu z &= \frac{\partial F}{\partial y} - \frac{\partial G}{\partial x}. \end{aligned}$$

Ces équations expriment bien une relation entre la force magnétique (α, β, γ), et les intégrales électromotrices F, G, H .

3° *Relations entre le flux u, v, w , et les intégrales électromotrices F, G, H .* — Ces relations sont des conséquences des deux groupes (1) et (2) : nous les obtiendrons en éliminant α, β, γ , entre ces deux groupes. Considérons par exemple l'équation du groupe (1)

$$\frac{\partial \beta}{\partial z} - \frac{\partial \gamma}{\partial y} = 4\pi u,$$

et remplaçons y, β et γ par leurs valeurs tirées des équations (2) ; nous obtenons :

$$(3) \quad \frac{\partial^2 H}{\partial z \partial x} - \frac{\partial^2 F}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 F}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 G}{\partial y \partial x} = 4\pi \mu u.$$

¹ F, G, H , sont les composantes d'un vecteur que Maxwell appelle le *moment électrodynamique*, et que nous n'avons pas à considérer ici.

Les deux autres équations du groupe (1) nous donneraient deux équations toutes semblables à cette dernière.

Le but que nous allons maintenant poursuivre est l'élimination de u, v, w , composantes du flux électrique, en les exprimant à l'aide de F, G, H et du potentiel électrostatique.

Évaluation du flux électrique u, v, w . — Le flux électrique dépend des forces électromotrices et des propriétés du milieu dans lequel ces forces font naître le flux : on pourra donc exprimer ce flux en fonction de F, G, H et des constantes du milieu. De cette façon, nous pourrons faire disparaître u, v, w , des équations (3) et, ne plus conserver comme fonctions que F, G, H .

Le flux électrique dépend de deux conditions :

1° La conduction,

2° La variation avec le temps du déplacement diélectrique.

Nous allons évaluer successivement ces deux portions du flux.

Montrons d'abord que u, v, w qui ont été définis comme les composantes d'une droite ayant la direction du flux électrique, et pour longueur la valeur D du flux électrique rapporté à l'unité de sa section droite, ont aussi une autre signification : pour cela, considérons un tube de flux électrique infiniment délié, et soit ω sa section par un plan parallèle à YOZ ; sa section droite est, en désignant par φ l'angle du flux avec l'axe des x , $\omega \cos \varphi$; donc, le flux à travers ω est $\omega \cos \varphi D = \omega u$. Ainsi le flux à travers une section normale à OX , rapporté à l'unité de section est égal à u ; v et w ont des significations toutes pareilles.

Revenons à l'évaluation de u, v, w . Soient E_x, E_y, E_z les composantes de la force électrique au point considéré et à l'instant considéré. La portion de u , due à la conductibilité, s'obtiendra, d'après la loi d'Ohm, en écrivant que le flux d'électricité est égal au produit du flux de force par le coefficient de conductibilité C^1 . Si nous considérons un élément ω du plan des yz , le flux de force qui le traverse est ωE_x ; donc, le flux d'électricité à travers cet élément est $C \omega E_x$: telle est la part de la conduction dans la valeur de u .

Passons à la part due au déplacement : si l'état de déplacement varie, il en résulte un flux à travers ω ; le déplacement a pour valeur à chaque instant le produit du flux de force par $\frac{K}{4\pi}$, c'est-à-dire $\frac{K}{4\pi} E_x \omega$; si pendant le temps dt il éprouve la variation $\frac{K}{4\pi} \omega dE_x$, cela signifie que cette quantité

¹ Nous ne considérons ici que des corps isotropes.

d'électricité traverse ω ; en divisant par dt et par ω , on aura l'intensité du courant rapportée à l'unité de surface : la portion de u due au déplacement est ainsi $\frac{K}{4\pi} \frac{\partial E_x}{\partial t}$.

On a donc :

$$u = CE_x + \frac{K}{4\pi} \frac{\partial E_x}{\partial t}, \text{ et de même}$$

$$v = CE_y + \frac{K}{4\pi} \frac{\partial E_y}{\partial t},$$

$$w = CE_z + \frac{K}{4\pi} \frac{\partial E_z}{\partial t}.$$

Il reste à évaluer E_x, E_y, E_z .

E_x se compose de deux termes : l'un est dû aux actions électrostatiques exercées par des charges électriques et s'écrit, en désignant par ψ le potentiel électrostatique : $-\frac{\partial \psi}{\partial x}$; l'autre terme est dû à l'induction électromagnétique; soit ε ce terme, que nous allons évaluer.

ε a une double signification : d'après la définition précédente, c'est la composante parallèle à OX de la force exercée à l'instant considéré par suite de l'induction électromagnétique sur l'unité (électromagnétique) d'électricité placée au point considéré; mais on peut dire aussi : ε est la force électromotrice induite à l'instant considéré le long d'un élément dx mené par le point considéré, cette force électromotrice étant rapportée à l'unité de longueur; en effet, d'après la première définition, la force électromotrice, le long de dx , autrement dit, le travail de la force électromotrice pour transporter l'unité de l'électricité le long de dx est εdx , et si l'on rapporte cette force électromotrice à l'unité de longueur, on retrouve ε .

La seconde manière d'envisager ε nous en donne immédiatement la valeur, d'après la définition même de F. Rappelons que F est la force électromotrice totale qui serait engendrée par la *suppression fictive* du champ, tandis que ε est celle qui correspond à la *variation actuelle* de ce champ. F est l'intégrale par rapport au temps de ε ; donc

$$\varepsilon = -\frac{\partial F}{\partial t}.$$

On a donc en définitive :

$$E_x = -\frac{\partial \psi}{\partial x} - \frac{\partial F}{\partial t}.$$

En substituant dans la valeur de u , il vient :

$$u = -c \left(\frac{\partial \psi}{\partial x} + \frac{\partial F}{\partial t} \right) - \frac{K}{4\pi} \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \psi}{\partial x} + \frac{\partial F}{\partial t} \right),$$

que l'on peut écrire symboliquement :

$$u = -\frac{1}{4\pi} \left(4\pi C + K \frac{\partial}{\partial t} \right) \left(\frac{\partial \psi}{\partial x} + \frac{\partial F}{\partial t} \right).$$

Si nous substituons à u cette valeur dans l'équation (3), il vient :

$$(4) \quad \frac{\partial^2 H}{\partial z \partial r} - \frac{\partial^2 F}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 F}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 G}{\partial y \partial r} \\ = -\mu \left(4\pi C + K \frac{\partial}{\partial t} \right) \left(\frac{\partial \psi}{\partial r} + \frac{\partial F}{\partial t} \right);$$

On a de même deux autres équations toutes semblables à cette dernière.

Ce sont les équations (4) que nous voulions obtenir et que nous allons maintenant appliquer.

III. — APPLICATION DES ÉQUATIONS

Dans ce qui suit, nous considérerons seulement ce qui se passe à une très grande distance de la source des phénomènes électriques et magnétiques, cette source étant d'ailleurs quelconque. Nous prendrons pour origine (fig. 5) un point de la source, et pour axe des z la droite menée de cette origine à l'observateur A. Si l'on considère le plan

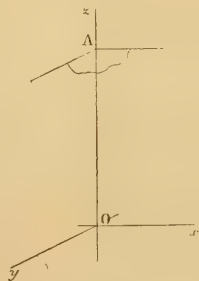


Fig. 5.

mené par A perpendiculairement à OA, tous les points de ce plan sont sensiblement dans les mêmes conditions par rapport à la source O, du moins s'ils ne sont pas fort éloignés de A. Il résulte de là que, dans un tel plan, F, G, H ont partout la même valeur, autrement dit que ces quantités sont indépendantes de y et x et sont fonctions uniquement de z et de t .

Nous considérons d'abord le cas où le milieu est un isolant parfait; dans ce cas, $C = 0$, et les équations ne contiennent plus le potentiel ψ : d'une part, en effet, la source étant très loin ne contribue en rien à la valeur de ψ , qui par conséquent ne peut dépendre que de charges réparties dans le diélectrique; et d'autre part comme celui-ci n'a aucune

conductibilité, les charges ne s'y déplacent pas, et les termes de la forme $\frac{\partial}{\partial t} \frac{\partial \psi}{\partial z}$ sont nuls. Les équations (4) deviennent ainsi :

$$(4 \text{ bis}) \quad \begin{cases} \frac{\partial^2 F}{\partial z^2} = K \mu \frac{\partial^2 F}{\partial t^2}, \\ \frac{\partial^2 G}{\partial z^2} = K \mu \frac{\partial^2 G}{\partial t^2}, \\ 0 = K \mu \frac{\partial^2 H}{\partial t^2}. \end{cases}$$

La première et la seconde de ces équations sont, comme on sait, les équations de propagation d'une onde plane, normale à OZ et dont la vitesse est $V = \frac{1}{\sqrt{K \mu}}$; les solutions sont de la forme bien connue :

$$\begin{aligned} F &= f_1(z - Vt) + f_2(z + Vt), \\ G &= f_3(z - Vt) + f_4(z + Vt); \end{aligned}$$

f_1 et f_3 représentent des ondes planes voyageant avec la vitesse V ; f_2 et f_4 , des ondes planes voyageant avec la vitesse $-V$.

La solution de la troisième équation est :

$$H = A + Bt,$$

où A et B sont des fonctions de z seul; donc, d'après cette équation, H est ou constant ou proportionnel au temps, et par suite, dans le cas où les perturbations sont périodiques, $H = 0$: il n'y a pas de propagation de perturbations électromotrices parallèles à l'axe Oz. On a ainsi un système d'ondes planes se propageant avec la vitesse $\frac{1}{\sqrt{K \mu}}$, et constituées

exclusivement par des perturbations électromotrices transversales.

Dans le cas spécial considéré, les équations (2) se réduisent à

$$(2 \text{ bis}) \quad \begin{cases} \mu \alpha = \frac{\partial G}{\partial z}, \\ \mu \beta = -\frac{\partial F}{\partial z}, \\ \mu \gamma = 0; \end{cases}$$

ces équations indiquent que la force magnétique et, (puisque le corps est isotrope), l'induction magnétique, sont situées dans le plan de l'onde. Les équations (1) se réduisent de même aux suivantes,

$$(1 \text{ bis}) \quad \begin{cases} 4\pi u = \frac{\partial \beta}{\partial z}, \\ 4\pi v = -\frac{\partial \alpha}{\partial z}, \\ 4\pi w = 0; \end{cases}$$

ici u , v , w sont dus uniquement au déplacement, puisque le milieu est absolument isolant; la troisième des équations (1 bis) indique que le mouvement électrique est dans le plan de l'onde.

On voit par là que les perturbations dont nous nous occupons ressemblent à celles de la lumière en ce qu'elles sont transversales par rapport à la direction de la propagation.

Si de plus $G = 0$, alors $\alpha = 0$, en vertu de (2 bis), ce qui indique que la force magnétique, et par suite la perturbation magnétique, sont parallèles à OY; la perturbation électrique est, d'autre part, parallèle à OX, puisque d'après les équations (1 bis), v est la seule composante du flux qui ne soit pas nulle. Donc dans le cas particulier actuel, qui correspond en optique à un rayon polarisé, la perturbation électrique est perpendiculaire à la perturbation magnétique.

La figure 6 ci-jointe représente les valeurs de la force magnétique et de la force électromotrice à un

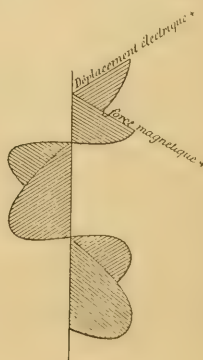


Fig. 6.

instant donné, aux différents points d'un rayon, dans le cas d'une perturbation harmonique simple.

Signification de $V = \frac{1}{\sqrt{K \mu}}$. — Considérons le cas

où le milieu est l'air ou le vide, et adoptons les unités électromagnétiques; alors $\mu = 1$: quelle est dans ce système la valeur de K , qui est 1 dans le système électrostatique? La constante diélectrique étant, à un facteur près, l'inverse du coefficient d'élasticité électrique, a pour dimensions :

$$\frac{\text{Quantité d'électricité (déplacée)}}{\text{Force électrique}}$$

Si l'on applique cette équation de dimension au passage du système électrostatique au système électromagnétique, on a la proposition suivante : le rapport de variation de l'unité de constante diélectrique est égal au quotient du rapport de variation de l'unité d'électricité par le rapport de variation de l'unité de force électrique. Donc on a

$$\frac{K}{1} = \frac{\text{Rapport de variation de l'unité de force}}{\text{Rapport de variation de l'unité d'électricité}} = \frac{\left(\frac{1}{U}\right)}{U} = \frac{1}{U^2},$$

¹ le rapport de variation de l'unité de force est bien $\frac{1}{U}$; en effet, l'énergie $= eq = EQ$, d'où $\frac{e}{E} = \frac{Q}{q}$.

en désignant par U le rapport des unités électromagnétique et électrostatique.

Si nous substituons à K cette valeur dans l'égalité $V = \frac{1}{\sqrt{K}}$, il vient $V = U$; autrement dit, la vitesse de propagation des ondes électromagnétiques est égale au rapport des unités électromagnétique et électrostatique.

Relation entre l'indice de réfraction et la constante diélectrique. — Pour tous les diélectriques connus, μ a la même valeur à une quantité négligeable près. On aura donc pour deux diélectriques :

$$\frac{V}{V'} = \frac{\frac{1}{\sqrt{K}\mu}}{\frac{1}{\sqrt{K'}\mu}} = \sqrt{\frac{K'}{K}}.$$

Si le premier milieu est le vide, $\frac{V}{V'}$ est l'indice

de réfraction du second pour les ondes électromagnétiques; or, si l'on emploie le système électrostatique, $K = 1$; donc le carré de l'indice est égal à la constante diélectrique.

IV. — THÉORIE ÉLECTROMAGNÉTIQUE DE LA LUMIÈRE

L'étude que nous venons de faire nous a montré qu'il peut exister des ondes électromagnétiques qui, comme celles de la lumière, sont constituées par des perturbations transversales par rapport à la direction de propagation et voyagent d'un mouvement uniforme. Maxwell a émis l'opinion qu'il y a, non seulement analogie, mais identité entre les deux ordres de phénomènes; selon lui, la vibration lumineuse consiste en perturbations périodiques du champ électromagnétique: c'est la *théorie électromagnétique de la lumière*.

« Dans cette théorie, dit Maxwell, V doit être la vitesse de la lumière, quantité mesurable directement. D'autre part, le même V doit représenter le rapport des unités électromagnétique et électrostatique. Voilà deux genres d'expériences absolument dissemblables qui doivent donner la même valeur de V . Il y a là un critérium de la valeur physique de la théorie électromagnétique de la lumière. »

Voici quelques-uns des nombres trouvés par différents expérimentateurs pour le rapport des unités :

Weber et Kohlrausch.....	$3,1074 \times 10^{10}$ centim.
Maxwell.....	$2,8800 \times 10^{10}$
W. Thomson.....	$2,8250 \times 10^{10}$
J. Thomson.....	$2,9630 \times 10^{10}$
Klemencic.....	$3,0160 \times 10^{10}$
Hindmstedt.....	$3,0074 \times 10^{10}$
E.-B. Rosa.....	$3,0004 \times 10^{10}$

D'autre part, M. Cornu a trouvé pour la vitesse de la lumière $3,004 \times 10^{10}$ centimètres par seconde. Ce nombre diffère à peine des derniers nombres du tableau précédent, lesquels sont vraisemblablement les plus exacts. La vérification expérimentale est donc complète.

Nous avons vu qu'il existe aussi une relation entre l'indice de réfraction des ondes électromagnétiques et la constante diélectrique. Cette relation ne se vérifie pas exactement, sauf pour les gaz. Il devait en être ainsi. En premier lieu, l'indice n et la constante diélectrique K , qui d'après la loi devraient satisfaire à l'équation $K = n^2$, se rapportent à des vibrations de même période; or les mesures de constantes diélectriques ne peuvent s'exécuter que par des opérations relativement lentes, et par suite l'indice n correspond à de très grandes longueurs d'onde. Comme on ne connaît pas l'équation exacte qui relie les indices aux longueurs d'ondes, on n'a aucun moyen de déterminer avec quelque précision la valeur de n dont on aurait besoin. En second lieu, la mesure des constantes diélectriques des solides et des liquides présente de grandes difficultés: c'est une nouvelle source d'erreurs. Les gaz au contraire échappent aux deux espèces de difficultés qui viennent d'être signalées: d'une part leur dispersion est extrêmement faible et par suite n est presque indépendant de la longueur d'onde; d'autre part leurs constantes diélectriques se mesurent facilement.

Le tableau suivant contient les valeurs de $\sqrt{K}$ et de n pour un certain nombre de gaz; les valeurs de K sont empruntées à M. Boltzmann.

	$\sqrt{K}$	n
Air.....	1,000295	1,000294
Acide carbonique.....	1,000173	1,000119
Hydrogène.....	1,000132	1,000133
Oxyde de carbone.....	1,000315	1,000310
Protoxyde d'azote.....	1,000492	1,000503
Bicarbure d'hydrogène.....	1,000656	1,000678
Protocarbure d'hydrogène.....	1,000472	1,000443

L'accord est très satisfaisant.

Comme le dit Maxwell, « nos théories de la structure des corps devront être perfectionnées de beaucoup avant que l'on puisse déduire les propriétés optiques d'une substance de ses autres propriétés physiques; en tout cas, dès maintenant on peut affirmer que si $\sqrt{K}$ n'est pas l'expression complète de l'indice de réfraction, c'en est néanmoins le terme le plus important. »

R. Blondlot.

Professeur adjoint de Physique
à la Faculté des Sciences de Nancy.

LA PATHOGÉNIE DU TÉTANOS

Entrevue depuis longtemps et fondée sur quelques faits non douteux de tétanos épidémique, la spécificité de cette affection s'est trouvée vérifiée à la suite des recherches de Nicolaïer¹. Ayant inoculé des parcelles de terre recueillies dans les champs, les jardins, les rues à des souris, des lapins, des cobayes, cet expérimentateur déterminait fréquemment chez ces animaux l'apparition du tétanos avec ses symptômes bien caractéristiques : violentes contractures musculaires, spasme des muscles masticateurs (trismus), de la nuque et du dos (opisthotonus), dyspnée intense et cyanose, convulsions cloniques ; la mort survenait au troisième jour chez la souris, un peu plus tard chez le cobaye et le lapin. Le pus de la plaie d'inoculation renfermait, en proportion variable, mais d'une façon constante, parmi des organismes étrangers, des bâtonnets droits terminés à une de leurs extrémités par un renflement arrondi, volumineux, brillant, — une *spore* donnant au bacille l'aspect d'une épingle.

Les essais de culture de ce microbe échouèrent, et, bien que la confirmation de la découverte de Nicolaïer se fût trouvée établie par les travaux de Rosenbach, Beumer, Bonome, Raum, Lampiasi, Bonardi, Hochsinger, etc., on n'était cependant pas encore autorisé à affirmer sans réplique que le « bacille à spore terminale » est bien l'agent pathogène du tétanos. En isolant et cultivant cet organisme à l'état de pureté, en inoculant avec succès les cultures obtenues après une série de générations dans les milieux nutritifs, M. Kitasato² a réalisé le premier la confirmation du rôle étiologique du bacille de Nicolaïer dans la production du tétanos. Lorsqu'en effet on inocule une ou deux gouttes de culture à un animal réceptif, on détermine, en moins de 24 heures, l'apparition de symptômes tétaniques auxquels l'animal ne tarde pas à succomber.

I

Mais l'infection tétanique a ses conditions à elle et ne saurait obéir aux lois qui régissent les affections microbiennes déjà connues. La tuberculose, la septicémie, le charbon, etc... sont indéfiniment transmissibles en série : le tétanos ne l'est pas, et, lorsqu'on prélève, après la mort des animaux, le liquide séro-hématique exsudé au point inoculé avec la culture, pour l'injecter à d'autres

animaux très réceptifs, il est impossible d'effectuer plus d'un ou deux passages.

Quand on pratique, en effet, chez les lapins ou les cobayes tués avec des cultures du bacille, l'examen microscopique du liquide ou des tissus pris au point d'inoculation, on retrouve très rarement le bacille du tétanos : il faut une recherche persévérante pour rencontrer un ou deux bâtonnets dans l'ensemble des préparations. Si même la mort est tardive, aux cinquième, sixième ou huitième jours, les micro-organismes ont disparu. D'autre part, l'examen microscopique du sang, des viscères, du système nerveux, de la moelle osseuse, reste négatif, et lesensemencements faits avec ces tissus fécondent exceptionnellement le bouillon de culture. Lesiège variable de l'inoculation sous la peau, sous la dure-mère, dans les muscles, le péritoine, la chambre antérieure de l'œil, n'influence en aucune façon ce résultat bien singulier : lorsqu'on inocule une culture pure, l'agent pathogène du tétanos ne se multiplie pas dans l'organisme et il en disparaît rapidement.

Comment concilier ce fait anormal avec les symptômes tétaniques présentés cependant par l'animal inoculé? Comment, surtout, expliquer, dès lors, que chez l'homme ou les animaux qui succombent à un tétanos contracté à la suite d'une plaie accidentelle, on rencontre, dans la plaie provocatrice, une grande quantité de bacilles de Nicolaïer qui témoignent manifestement de leur pullulation? Ainsi que plusieurs expérimentateurs, nous avons essayé, M. Vaillard et moi, de trouver cette explication¹.

II

Les savants qui ont tenté de reproduire le tétanos chez les animaux à l'aide de produits tétanigènes tels que la terre, ont constaté, d'une façon presque unanime, que le pus seul de la plaie se montrait virulent. On en a donc induit que le bacille sécrète, au foyer restreint de sa culture, un poison qui se diffuse dans l'économie et va intoxiquer les centres nerveux.

Pareille interprétation doit-elle être formulée lorsqu'on inocule, non plus des matières tétanigènes impures, mais des cultures pures du bacille de Nicolaïer? M. Kitasato et, plus récemment, MM. Sanchez Tolédo et Veillon, frappés de la rareté des bacilles, avaient admis néanmoins qu'ils se

¹ Dissertation inaugurale, Göttingue, 1885.

² Zeitschr. f. Hyg., nov. 1889

¹ L. VAILLARD et H. VINCENT. Acad. des Sc., 27 janv. 1891 et Ann. de l'Inst. Pasteur, janv. 1891.

multipliaient. Mais cette assertion, vraie pour le tétanos contracté à la suite de plaies accidentelles, ne l'est pas pour le tétanos expérimental consécutif à l'injection des cultures. Il n'existe alors aucun foyer de multiplication, même fugace, du microbe ; car si, après inoculation, on sacrifie les animaux d'heure en heure ; si l'on fait la même inoculation dans la chambre antérieure de l'œil du lapin et du cobaye et qu'on pratique l'examen méthodique de l'humeur aqueuse à des intervalles très rapprochés et jusqu'au moment de la mort de l'animal, on constate que le nombre des bacilles diminue de plus en plus, déjà au bout d'une heure, pour disparaître très rapidement chez les animaux les plus réceptifs.

En réalité les signes du tétanos et la mort consécutive des animaux sont dus, dans ce cas, à une intoxication par les produits solubles déjà élaborés dans le liquide de culture. Les preuves en sont faciles à donner : pour cela, séparons l'action du microbe de celle de la toxine qui l'accompagne et inoculons comparativement deux cobayes, l'un avec 1/100 de centimètre cube de culture du bacille de Nicolaïer en bouillon, l'autre avec la même dose du même bouillon filtré sur porcelaine et privé ainsi des bacilles qui s'y sont cultivés. On détermine, chez l'un et l'autre animal, des signes identiques de tétanos dont les premiers phénomènes apparaissent sensiblement dans les mêmes délais, c'est-à-dire 18 à 24 heures après l'injection.

On peut, inversement, inoculer des cultures pures du bacille dépourvues de toxine, sans déterminer de signes de tétanos : ce fait est important. Pour réaliser des cultures sans toxine, il suffit de cultiver le bacille à la température de 20 à 22° : le bouillon se trouble abondamment, mais les bacilles ne commencent à sécréter leur toxine qu'à partir du dixième jour environ. Si donc l'on inocule à un animal une forte dose de cette culture prise au cinquième jour, on ne détermine aucun symptôme tétanique. On peut aboutir à la même démonstration et injecter sans dommage de grandes quantités de bacilles sans toxine en inoculant des cultures chauffées au préalable à 65°. Cette température n'affaiblit en rien la vitalité des spores tétaniques et détruit au contraire le poison microbien. Ces mêmes bacilles, recueillis et simplement lavés dans une grande quantité d'eau stérilisée pour entraîner la toxine, se montrent encore inoffensifs. Et cependant les bacilles du tétanos, cultivés à basse température, lavés ou chauffés à 65°, n'ont nullement perdu leur virulence, car, cultivés dans le bouillon à la température optimum (38°), ils donnent une culture d'une activité considérable, capable de tuer le cobaye à la dose de 1/500 de centimètre cube et même moins !

De là résulte une double conclusion : 1° les cul-

tures pures n'agissent que par les poisons solubles déjà sécrétés par les bacilles ; 2° ces bacilles, introduits seuls et en grande quantité sous la peau d'un animal très sensible sont impuissants à germer et à provoquer la maladie. Nous pouvons par conséquent, déjà comprendre la non-inoculabilité en série des produits prélevés chez un animal rendu tétanique par l'injection des cultures. Le second de ces faits montre que les lois générales du parasitisme subsistent, à l'égard du tétanos, une exception des plus singulières, puisque, à l'état pur, les bacilles ou les spores du tétanos sont incapables de se multiplier dans un organisme cependant très réceptif. Il y a donc, dans l'infection accidentelle ou chirurgicale des plaies par des produits qui recèlent le germe du tétanos, des conditions particulières que ne réalise pas l'inoculation expérimentale avec les cultures pures et qui méritent d'être élucidées.

III

Le microbe du tétanos est très répandu ; on le rencontre surtout à la surface du sol, particulièrement des terres cultivées ou fumées (Nicolaïer), des routes. Il existe encore à la surface du foin (Rietsch), dans les matières fécales des herbivores (Sanchez Tolédo et Veillon), dans le tube digestif de la plupart des animaux, et c'est la souillure des plaies par ces produits naturels, qui détermine leur contamination par le germe du tétanos. Les plaies profondes, anfractueuses, favorisent surtout la multiplication de ce microbe, qui est anaérobie.

Or dans le sol, dans les fèces des herbivores, le microbe pathogène se rencontre à l'état sporulé et c'est exactement cette condition qu'on imite lorsqu'on inocule au lapin ou au cobaye les spores tétaniques dépourvues de toxine soit par le lavage, soit par le chauffage à 65°. Cependant on ne provoque pas le tétanos dans ce dernier cas : les bactéries disparaissent en quelques heures, englouties, dévorées par des légions de phagocytes qui en ont rapidement raison. Comment l'inoculation avec une très petite quantité de terre, contenant certainement une proportion infiniment plus petite de spores tétaniques, peut-elle au contraire être pathogène ?

C'est qu'il y a des circonstances toutes naturelles qui favorisent la multiplication de l'agent pathogène et qu'on peut reproduire expérimentalement. Si l'on désorganise les tissus en injectant, au préalable, quelques gouttes d'acide lactique au cinquième, l'inoculation d'une très petite quantité de spores sans toxine amène chez l'animal un tétanos rapide et violent. D'autres substances chimiques, la triméthylamine par exemple, possèdent la même vertu et l'on voit les lapins, beaucoup moins sen-

sibles pourtant que les cobayes, succomber après quelques jours d'un tétanos formidable.

La contusion des muscles, précédant l'injection d'une faible quantité de spores, détermine bientôt un tétanos débutant par le membre traumatisé et se généralisant ensuite.

Dans tous les cas précédents, l'examen des tissus inoculés avec les spores seules dénote une multiplication abondante des bacilles du tétanos.

L'association d'un microbe vulgaire tel que le *Microbacillus prodigiosus* n'est pas moins propice à l'infection tétanique. Ces phénomènes si curieux d'association microbienne, cette alliance offensive et défensive, contractée entre le microbe du tétanos et certaines bactéries banales, sans lesquelles il ne pourrait pas se développer, peuvent être mis en évidence par une expérience bien simple : dans une poche sous-cutanée faite dans la région abdominale du cobaye, on insère une petite boulette d'ouate imprégnée d'une petite quantité de spores privées de toxine par lavage ou chauffage à 65°. La plaie est suturée incomplètement et abandonnée à elle-même sans aseptie préalable et sans pansement, de manière à faciliter sa souillure secondaire par les germes saprophytes. Dans un délai variant entre 5 et 10 jours, l'animal présente les premiers signes d'un tétanos qui progresse bien vite et le tue en 28 ou 36 heures. L'autopsie montre la petite plaie remplie de pus et contenant, outre le bacille de Nicolaïer qui s'est abondamment multiplié, un grand nombre de bactéries pyogènes dont l'immixtion adventice a favorisé la pullulation du premier. L'association microbienne intervient donc manifestement dans la pathogénie du tétanos et permet d'émettre cette opinion, en apparence paradoxale, que le danger de l'infection tétanique est dû peut-être autant aux saprophytes qu'au bacille du tétanos lui-même.

Ainsi le traumatisme, la désorganisation des tissus, les phénomènes de symbiose microbienne sont donc nécessaires pour permettre au microbe tétanique de végéter, alors que seul il ne pourrait pas se multiplier. Et ne sont-ce pas là, précisément, les conditions habituelles de l'infection tétanique en pathologie humaine ou animale ? Le microbe du tétanos n'est-il pas accompagné d'un grand nombre de bactéries existant avec lui dans les terres tétaniques ? N'y a-t-il pas enfin, très souvent, dans les accidents suivis de tétanos, traumatisme violent, attrition musculaire, désorganisation des parties molles ? Toutes ces circonstances interviennent donc, à titre d'adjuvants indispensables, pour permettre le développement du bacille du tétanos, et dès l'instant qu'il s'est multiplié, c'en est fait de l'individu infecté. Le bacille pathogène sécrète, en effet, un poison d'une prodigieuse violence qui

jouit de propriétés chimiotactiques négatives, chasse les leucocytes, brave leurs propriétés phagocytaires et se répand dans l'organisme. C'est ce poison dont il nous reste maintenant à parler.

IV

Si l'on filtre sur porcelaine une culture en bouillon, faite dans le vide à la température de 38°-39°, et datant de 15 à 20 jours, on obtient un liquide à odeur butyrique, à réaction alcaline et qui tue le cobaye à la dose d'un millième de centimètre cube, la souris blanche à la dose d'un cent millième de centimètre cube ; la mort arrive en un à quatre jours, précédée des signes typiques du tétanos.

Les recherches de Brieger ¹ sur la nature du poison tétanique tendaient à montrer la nature alcaloïdique des toxines fabriquées par le bacille de Nicolaïer. Dans un travail plus récent, Kitasato et Weyl disaient avoir extrait par la méthode de Brieger deux composés ptomaïques dont l'inoculation à la souris déterminait, à dose assez forte, des convulsions ou des paralysies ; mais les auteurs font eux-mêmes des réserves sur la valeur pathogénique de ces ptomaïnes qui déterminent des symptômes très peu semblables à ceux du tétanos.

Des recherches faites parallèlement au laboratoire de bactériologie du Val-de-Grâce ont montré que les alcaloïdes ainsi isolés n'ont rien de commun avec le véritable poison tétanique ². Déjà Knud Faber, de Copenhague, dans des recherches inspirées des beaux travaux de MM. Roux et Yersin sur le poison diphthéritique, avait constaté sur des cultures impures, il est vrai, que la toxine du tétanos se comporte comme les ferments diastasiques ou enzymes et qu'elle est sans effet lorsqu'on l'introduit par la voie digestive.

Cette toxine présente, en effet, toutes les réactions des diastases et du venin des serpents : elle est précipitable par l'alcool, détruite par une chaleur de 65°, atténuée ou annihilée par l'oxygène, etc... Elle possède la propriété d'adhérer aux précipités phosphatiques. Enfin elle agit à des doses dont la petitesse dépasse l'imagination. Si de l'extract sec obtenu par évaporation dans le vide d'un centimètre cube de bouillon où a pullulé le microbe et qu'on a filtré sur porcelaine, on défalque le poids des cendres obtenu par la calcination, la différence, soit 0 gr. 025 représente le poids de la matière organique. Or, en admettant que ces 25 milligrammes (il y entre, pour une large part, des substances étrangères au poison téta-

¹ Berl. Klin. Woch., 1887, n° 17 et Deutsche med. Woch., 1887, n° 15.

² L. VAILLARD et H. VINCENT. Sur le poison tétanique, Soc. de Biol., nov. 1890.

nique) représentent entièrement la toxine elle-même, il ressort néanmoins que ce poids de matière organique suffirait pour tuer au moins mille cobayes ou cent mille souris.

De tels chiffres témoignent de l'activité extraordinaire de la diastase tétanique et il est facile de s'expliquer, dès lors, combien la plus faible multi-

plication, même passagère, du bacille de Nicolaïer peut déterminer à bref délai les phénomènes tétaniques par intoxication du système nerveux central.

D^r H. Vincent,

Chef du laboratoire bactériologique
à l'Hôpital du Dey, à Alger.

THÉORIE GÉNÉRALE DES MATIÈRES COLORANTES

ET DE LEUR FIXATION SUR LES FIBRES TEXTILES ¹

(Suite et fin.)

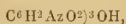
Les matières colorantes, dont le nombre s'accroît de jour en jour et dépasse déjà bien des milliers, peuvent se diviser d'après leurs chromogènes dans les classes suivantes : 1^o Dérivés nitrés, 2^o Dérivés azoïques, 3^o Oxyquinones, 4^o Dérivés de l'oxyde de diphenylène-cétone, 5^o Quinoneoximes, 6^o Dérivés du triphénylcarbinol, 7^o Phthaléines, 8^o Dérivés quinonimidiques, 9^o Dérivés aziniques, Safranines, 10^o Cétonimides, 11^o Hydrazones, 12^o Dérivés quinoléiques, 13^o Dérivés acridiniques, 14^o Indulines, 15^o Indigo, 16^o Divers, 17^o Colorants de constitution inconnue.

Nous nous contenterons de donner un aperçu très sommaire de la constitution de ces matières colorantes, ce qui permettra au lecteur d'acquiescer rapidement une idée de l'état actuel de cette partie de la Chimie.

1

1^o *Dérivés nitrés*. — Par introduction des groupes AzH^2 ou OH dans les carbures nitrés on obtient des matières colorantes jaunes ou orangées, qui teignent directement la laine et la soie, mais ne se fixent nullement sur coton, mordancé ou non. Les phénols et les amines mononitrés n'ont qu'un pouvoir tinctorial faible et ne se fixent que très peu solidement sur la fibre; seuls les dérivés plus fortement nitrés ont pu trouver des applications pratiques.

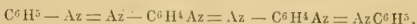
Les principaux sont, pour les amines nitrées, l'hexanitro-diphénylamine $AzH[C^6H^2(AzO^2)^3]^2$; pour les phénols nitrés, l'acide picrique



le binitronaphtol $C^{10}H^3(AzO^2)^2OH$ et son acide sulfonique. Quelques dérivés des matières azoïques, de l'alizarine, des amidotriphénylcarbinols trouvent aussi leur application; mais dans ces

colorants c'est l'autre chromophore qui donne son caractère à la combinaison; le groupe nitro ne fait que varier la nuance ou modifier plus ou moins les propriétés.

2^o *Dérivés azoïques*. — Les dérivés azoïques contiennent le groupe chromophorique $Az=Az$, uni à deux noyaux benzoliques ou aromatiques en général; le chromogène le plus simple de ce groupe est donc l'azobenzol $C^6H^5Az = AzC^6H^5$. Le groupe azoïque peut être contenu deux et même aussi trois fois dans la molécule; on a alors les chromogènes :



dans lesquels les noyaux benzoliques peuvent être remplacés, tout ou en partie, par des noyaux naphtyliques $C^{10}H^7$, diphényliques $-C^6H^4 - C^6H^4-$, etc.

Ces chromogènes sont fortement colorés, mais n'ont aucune affinité pour la fibre; ils deviennent colorants par l'introduction des groupes auxochromes AzH^2 et OH . Dans le cas des groupes OH , les colorants obtenus sont insolubles dans l'eau et souvent même dans les alcalis; pour pouvoir les fixer sur la fibre on les solubilise en faisant les dérivés sulfonés. Les groupes sulfo introduits influent d'ailleurs aussi sur la nuance, suivant la position qu'ils occupent dans la molécule. La présence du carboxyle dans un colorant oxy ou amidazoïque lui communique souvent la propriété de teindre les mordants, surtout quand ce carboxyle se trouve en ortho vis-à-vis de l'hydroxyle.

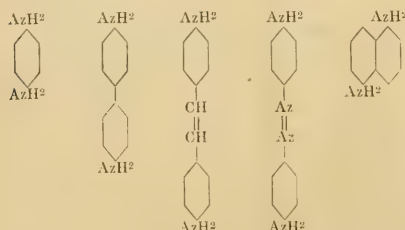
Comme toutes les amines basiques se laissent diazoter, et que les dérivés diazoïques ainsi obtenus, peuvent se combiner à la plupart des amines et des phénols, ainsi qu'à leurs dérivés sulfoniques et carboxyliques, le nombre des matières colorantes azoïques possibles est pour ainsi dire illimité. En fait on en a déjà préparé bien des

¹ Voyez la première partie dans la *Revue* du 30 avril 1891, page 245.

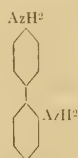
milliers, et plusieurs centaines ont trouvé un emploi industriel.

Les colorants azoïques montrent toutes les nuances; dans ces derniers temps on a même préparé des verts qui avaient manqué jusqu'ici. La nuance ne dépend pas seulement de la nature des noyaux aromatiques unis aux groupes $Az = Az$, mais encore à la position des AzH^2 , des OH , des SO^2H et des $COOH$ dans ces noyaux. Des groupes tels que CH^3 , OCH^3 , etc., peuvent aussi influencer sensiblement la nuance.

Certaines matières azoïques, dérivées des para-diamines, de la benizidine et de ses homologues, du diamidostilbène, etc., ont la propriété de teindre les fibres végétales, sans mordants, en bain neutre ou plutôt alcalin. La cause de cette propriété intéressante n'est pas connue; mais on a observé que seules les bases symétriques sont susceptibles de fournir des colorants de ce genre; par exemple :



tandis que les dérivés dissymétriques tels que

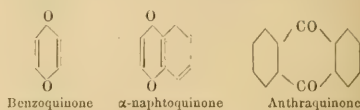


fournissent des colorants qui se fixent bien directement sur laine et soie, mais non sur coton.

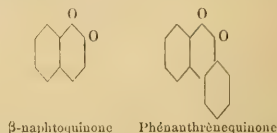
Pour qu'un colorant direct tire bien, il faut en outre que les deux groupes AzH^2 se trouvent en para vis-à-vis de la liaison des deux noyaux. La substitution des H en ortho vis-à-vis des AzH^2 par des radicaux CH^3 , OCH^3 , etc., influe sur la nuance, mais non sur l'affinité du colorant pour le coton; si la substitution de ces radicaux a lieu en méta vis-à-vis des AzH^2 , l'affinité pour le coton est sensiblement diminuée, et la nuance est généralement différente de celle que fournit l'isomère ortho-substitué.

3° *Oxyquinones*. — La quinone ordinaire, la benzoquinone, n'est qu'un chromophore très faible: les propriétés chromophoriques s'accroissent

avec la complication de la molécule, dans la naphtoquinone et surtout dans l'anthraquinone.



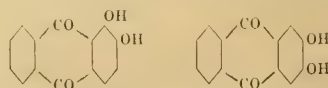
On ne sait pas jusqu'à présent si les orthoquinones, β -naphthoquinone, phénanthrène-quinone, chrysène-quinone, sont des chromophores, mais cela est probable :



Par l'introduction d'un ou de deux hydroxyles dans le noyau de la naphthoquinone contenant les deux oxygènes, on obtient des colorants qui teignent les mordants (oxynaphthoquinone et acide naphthalique); tandis que la juglone, qui contient l'hydroxyle dans l'autre noyau, ne montre pas cette propriété.

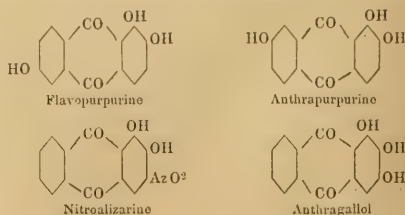
La *naphthazarine* est une dioxynaphthoquinone dont la constitution n'est pas encore éclaircie; on ne sait même pas avec certitude si elle dérive de l' α ou de la β -naphthoquinone; la première hypothèse est cependant la plus probable.

Les oxyanthraquinones sont toutes des corps colorés; mais seules les dioxyanthraquinones ayant deux hydroxyles voisins, l'*alizarine* et l'*hystazarine*,

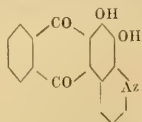


sont de véritables matières colorantes, teignant les mordants métalliques; encore cela n'a-t-il lieu que très faiblement pour l'hystazarine.

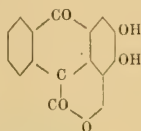
L'introduction d'autres groupes dans le noyau de l'alizarine modifie la nuance, mais non le caractère tinctorial en général. La *flavo-* et l'*anthrapurpurine* montrent des nuances analogues à celles de l'alizarine; les *nitroalizarines* sont plus orangées, l'*antragallol* teint les mordants d'alumine en brun :



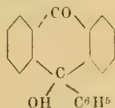
L'introduction du groupe quinoléique donne une matière colorante bleue, le *Bleu d'alizarine*.



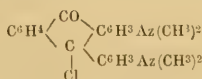
Aux dérivés anthraquinoniques se rattachent les dérivés de l'anthracoumarine; le produit de substitution monohydroxylé n'est pas un colorant, mais un dérivé dihydroxylé ayant les deux hydroxyles voisins, le *stygogallol*, teint les mordants :



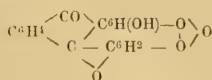
Le phényloxanthranol



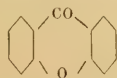
paraît être également un chromophore. Le vert phtalique d'Otto Fischer en est probablement un dérivé :



de même que la céruléine, à laquelle on attribue la constitution :

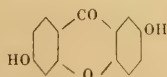


4° Dérivés de l'oxyde de diphénylène-cétone. — L'oxyde de diphénylène-cétone, (xanthone)



est un chromogène dont la *galloflavine* est peut-être un dérivé.

L'*euxanthone*, qui en est le dérivé dihydroxylique,

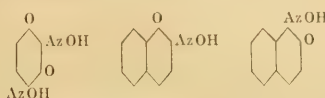


n'est pas en elle-même une matière colorante. Elle ne le devient que dans sa combinaison avec l'acide

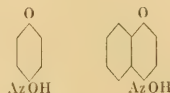
glucuronique $C^6H^{10}O^7$, en donnant l'acide *euxanthique* $C^{19}H^{18}O^{11}$.

3° Quinoneoximes (nitrosophénols). — Les quinoneoximes sont pour la soie et la laine de faibles matières colorantes substantives jaunes, sans emploi industriel. Leur intérêt pratique se base sur la propriété qu'elles possèdent de former avec certains oxydes métalliques, en particulier ceux du fer et du cobalt, des laques insolubles susceptibles d'être fixées sur les fibres animales ou végétales.

Ainsi que nous l'avons développé plus haut, seules les orthoquinoneoximes jouissent de cette propriété; par exemples la dinitrosorésorcine, le β -nitroso- α -naphтол, l' α -nitroso- β -naphтол :



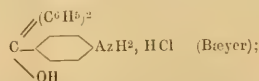
tandis que le nitrosophénol et l' α -nitroso- α -naphтол, en sont dépourvus.



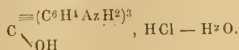
Les dérivés sulfoniques des deux orthonitrosophénols forment des sels doubles de sodium et de fer solubles et susceptibles dans cet état de teindre les fibres animales en vert foncé.

II

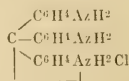
6° Groupe du triphénylméthane. — Le triphénylméthane n'est pas un chromogène, mais son produit d'oxydation le triphénylcarbinol possède ce caractère. Cependant par introduction d'un seul groupe salifiable dans le carbinol on n'obtient qu'un colorant rouge faible, n'ayant aucune affinité pour la soie et la laine, et ne se fixant que sur coton mordancé au tannin. Encore faut-il que le groupe AzH^2 de l'amidotriphénylcarbinol se trouve en para vis-à-vis du carbone fondamental. Dans la formation des sels du monamidocarbinol il n'y a pas d'anhydridisation. Ce chlorhydrate rouge est



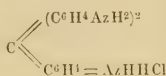
les colorants dérivés des di- et tri-amidotriphénylcarbinol sont au contraire des anhydrides. Le chlorhydrate de rosaniline est :



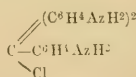
L'anhydrisation du chlorhydrate de triamidotriphénylcarbinol peut avoir lieu de différentes manières. E. et O. Fischer estiment qu'elle a lieu entre l'hydroxyle et l'un des hydrogènes rattachés à l'azote, et qu'il se produit alors une liaison entre l'atome d'azote et le carbone fondamental :



Niétski croit probable une formule analogue à celle des quinonimides :



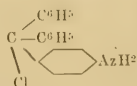
Enfin Rosenstiehl, et après lui von Richter, admettent que l'anhydrisation a lieu entre l'hydroxyle et l'hydrogène de l'acide



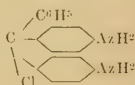
le radical de l'acide prenant la place de cet hydroxyle.

Le groupe AzH^2 ou OH se trouve en *para* vis-à-vis du carbone fondamental; dans les groupes AzH^2 un ou deux atomes d'hydrogène peuvent être remplacés par des radicaux alcooliques, et l'un, peut-être même les deux, par des radicaux aromatiques.

Dérivés du chlorure d'amidotriphénylcarbinol



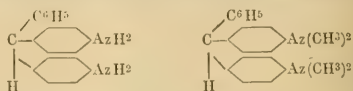
Si nous remplaçons un hydrogène d'un des groupes phényle par un AzH^2 , en position *para*, nous obtenons le chlorure de diamidotriphénylcarbinol qui est une matière colorante violette d'un faible pouvoir tinctorial.



Les dérivés tétraméthyliques et tétréthyliques sont des matières colorantes vertes (*Vert malachite*), et *Vert brillant* d'un pouvoir tinctorial considérable et très employées dans l'industrie.

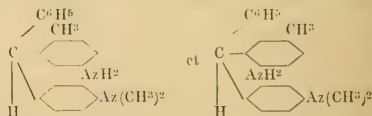
On obtient tous ces corps par oxydation des leu-

codérivés correspondants, le diamidodiphénylméthane et ses dérivés méthyliques ou éthyliques :



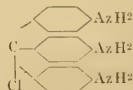
ainsi que par certains autres procédés.

Pour qu'il se forme de cette manière une matière colorante, il faut que le second groupe AzH^2 soit également en position *para* vis-à-vis du carbone fondamental; s'il est en *méta* ou en *ortho* comme dans :



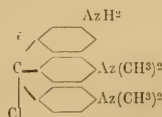
on n'en obtient pas par oxydation. Mais si l'on acétyle le groupe AzH^2 en *ortho* ou *méta* et qu'on oxyde ensuite, on obtient des colorants de nuance rougeâtre, comme le diméthylparamidotriphénylcarbinol lui-même.

Si dans le chlorure de diparadiamidotriphénylcarbinol nous introduisons un groupe AzH^2 dans le troisième noyau phényle, nous obtenons une nouvelle série de colorants, rouges cette fois, les rosanilines, si cette introduction se fait en position *para* :

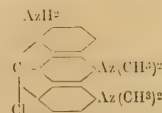


Les dérivés alcooliques de la rosaniline sont d'un violet plus ou moins bleuâtre suivant le nombre de groupes alcooliques, le dérivé hexaméthyle étant le plus bleuâtre; les dérivés phéniliques sont des colorants bleus.

Si l'introduction du troisième groupe AzH^2 a lieu en position *méta* ou *ortho* dans le diamidotriphénylcarbinol, la nuance du colorant n'est pas sensiblement changée; ainsi

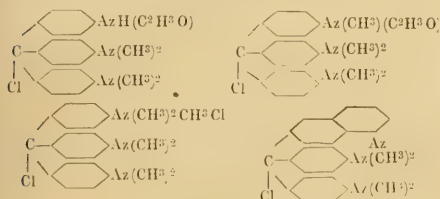


est un vert ressemblant au corps diamidé, et



est un vert bleuâtre.

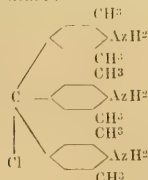
Si la basicité du troisième groupe AzH^2 en para est neutralisée par acétylation ou transformation en ammonium, ou si ce groupe est transformé en groupe pyridique, la nuance violette repasse également au vert, tout comme si le groupe C^6H^2 n'était nullement substitué. Ainsi :



sont des matières colorantes vertes.

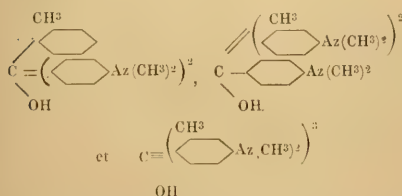
Si dans le chlorure de tétraméthylidiamidotriphénylcarbinol, un des atomes d'hydrogène du troisième phényle est remplacé par un hydroxyle en ortho, méta ou para, la nuance du colorant ne change pas ; elle reste verte ; seulement dans le dernier cas le colorant se dissout dans les alcalis avec une coloration violette.

Le remplacement d'atomes d'hydrogène par des méthyles en ortho vis-à-vis des groupes AzH^2 , en méta par conséquent vis-à-vis du carbone fondamental, n'altère pas le caractère général de la matière colorante ; ainsi :



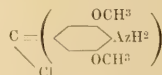
est un rouge comme la fuchsine, seulement d'une nuance un peu plus bleuâtre.

La fuchsine méthylée en ortho vis-à-vis du carbone fondamental n'a pu être préparée jusqu'à présent ; mais on connaît ses dérivés méthylés dans l'amide, tels que :



De l'examen de leurs nuances en teinture, il ressort que les méthyles en ortho vis-à-vis du carbone fondamental font virer la nuance plus vers le bleu, que ceux qui se trouvent en méta. (Noelting, *Bulletin de la Soc. chim. de Paris* (2), t. 2, p. 391 et t. 3, p. 387.)

Le remplacement des hydrogènes par des méthoxyles fait virer la nuance du colorant au bleu ; ainsi :



est un bleu véritable. Le remplacement par des halogènes rend la nuance plus violette ; la tétra-bromosoniline (de constitution inconnue) est violette.

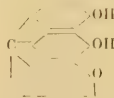
7° Dérivés de l'anhydride de l'oxytriphénylcarbinol.



Par remplacement d'un hydrogène d'un noyau phényle par l'hydroxyle, en position para, on obtient la benzaurine, colorant jaune orange :



et, par remplacement de deux hydrogènes des deux noyaux phényles par deux hydroxyles, l'aurine :



colorant orange. Les sels de ces deux corps sont oranges pour le premier, rouges pour le second. Le second hydroxyle paraît pouvoir aussi se trouver en ortho sans que la nuance en soit sensiblement changée ; car Liebermann et Schwarzer ont obtenu un corps tout à fait analogue à l'aurine par l'action

de l'aldéhyde salicylique C^6H^4 $\begin{matrix} OH \\ \diagup \\ COH \end{matrix}$ sur le phénol en présence de l'acide sulfurique. (*Deut. Chem. Gesell.*, 9. 800 1876.)

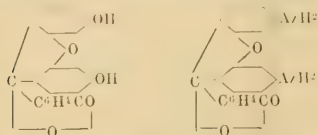
8° *Phtaléines*. — Les phtaléines sont le produit de substitution de la phtalophénone, l'anhydride de l'acide triphénylcarbinol-carboxylique :



La phtalophénone n'est pas un chromogène, car ses produits de substitution hydroxylés et amidés ne sont pas des *matières colorantes*, bien que leurs sels soient *colorés*.

Quand les phtaléines sont des matières colorantes, c'est qu'il y a un autre groupe chromophore.

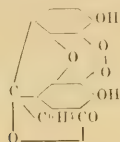
rique. Ainsi dans la *fluorescéine* et la *rhodamine* c'est probablement le noyau anhydride



que l'on retrouve aussi dans la *diphénylène-cétone-oxyde* :



On attribue à la *galléine* la formule

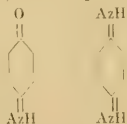


qui toutefois, à notre avis, n'explique pas suffisamment les différences marquées entre ses propriétés et celles de la *fluorescéine*.

Quant à la *céruléine*, elle n'appartient pas à la famille de *phthaléines*; c'est un dérivé du *phényloxanthranol*.

III

9° *Dérivés quinone-imidiques (Indamines, Indophénols, Thioindamines, Oxindamines, Oxindophénols.)* — Cette classe de colorants nombreux et intéressants dérive de la *quinone-imide* et de la *quinone-diimide*, qui, elles, ne sont pas connues.



Indamines. — Les *indamines* dérivent de la *quinone-diimide* dans laquelle l'hydrogène d'un des groupes AzH est remplacé par un groupe *amidophénylique* $C^6H^4AzH^2$, l' AzH^2 se trouvant en *para vis-à-vis* de l' Az :

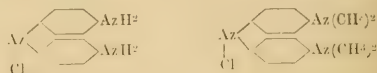


Des isomères où AzH^2 serait en *méta* ou en *ortho* n'ont pas encore été préparés.

Les sels se forment par addition de l'acide au groupe AzH , (Nietzki.) :



V. von Richter admet que dans ces sels le radical acide est directement lié à l'azote, comme il l'est au carbone dans les colorants *rosaniliques* :

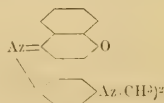


Les *indamines* sont des colorants peu stables; elles n'ont aucun emploi industriel, mais elles sont importantes comme produits intermédiaires de la préparation des *safranines*.

Indophénols. — Ils dérivent de la *quinone-imide* de la même manière que les *indamines* de la *diimide*. L'*indophénol* le plus simple est :



L'*indophénol* industriel est le dérivé correspondant de la *naphto-quinone-imide*, dans lequel en outre le groupe AzH^2 est *méthylé* :



Des *indophénols* isomères pourraient dériver de la *quinone-diimide* par remplacement de l'hydrogène du groupe AzH par l'oxyphényle C^6H^4OH .



Ils ne sont pas connus jusqu'à présent, mais on en connaît les dérivés *sulfurés*. (Voir plus bas.)

Enfin la théorie fait prévoir des *oxyphényl-quinone-imides* telles que

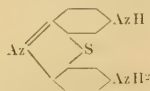


Les colorants formés par l'action de la *quinone-chlorimide* $C^6H^4 = O = AzCl$, ou le *nitrosophénol* $C^6H^4 = O = AzOH$ sur les *phénols* en solution alcaline, appartiennent probablement à cette classe.

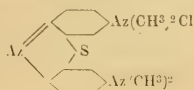
Les *indophénols* sont solides à la lumière et au savon, mais très sensibles aux acides.

Si dans les *indamines* et les *indophénols* les deux noyaux benzoliques sont réunis par un atome de soufre ou d'oxygène en *ortho vis-à-vis* de l' Az fondamental, on obtient des colorants d'une grande stabilité : les *thioindamines* (colorants de Lauth), les *oxindamines* et les *oxindophénols*.

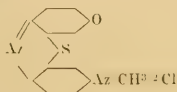
Thioindamines et Thioindophénols. — La thioindamine typique est le *Violet de Lauth* ou *thionine*



le dérivé tétraméthylrique est le *Bleu de méthylène*.



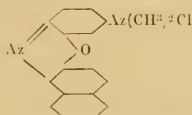
Par l'action des alcalis sur celui-ci on obtient les deux indophénols, la *diméthylthionoline* (*diméthylthioindophénol*, *Violet de méthylène*) :



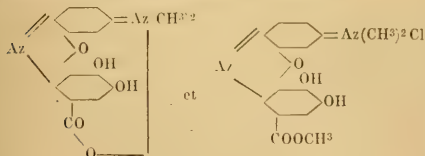
et le *thionol* :



Oxindamines et oxindophénols. A la première de ces deux classes appartient le *Bleu de naphтол* ou de *Meldola* :



à la seconde la *gallocyanine* et le *prune*.



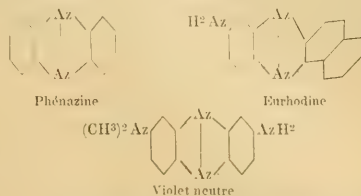
Ces deux derniers colorants sont à la fois substantifs et adjectifs. La propriété qu'ils ont de teindre les mordants provient de la présence dans la molécule de deux hydroxyles en position ortho.

D'après les recherches récentes de Nietzki, la *diazorésorufine* appartiendrait également à cette classe et aurait la formule :



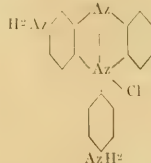
IV

10° *Azines; safranines.* — Les azines aromatiques sont des chromogènes; par introduction d'un AzH^2 on obtient les *eurhodines*, colorants faibles et sans applications industrielles; par l'introduction de deux AzH^2 on a le *Violet de phénylène*, et les colorants analogues, appelés dans l'industrie *couleurs neutres*. Le remplacement d'un hydrogène par un OH fournit les *eurhodols* :



Les noyaux phéniliques de la phénazine peuvent être remplacés par des noyaux naphtyliques, phénanthréniques, etc.

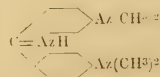
Les *safranines* sont des dérivés du chlorure de phénylphénazonium, inconnu lui-même; la safranine la plus simple; la phénosafranine en est le dérivé diamidé asymétrique :



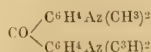
La *mauveïne* (*Violet de Perkin*) est sans doute une safranine phénylée.

11° *Cétionimides.* — Les cétonimides dérivent des cétones simples de la même manière que les quinonimides des quinones, par remplacement de l'oxygène du groupe CO par le groupe AzH ; dans ce dernier l'hydrogène peut être remplacé par des radicaux aromatiques et sans doute aussi par des radicaux alcooliques. L'*auramine* typique est jaune; ses dérivés aromatiques, la *phénylauramine*, et ses homologues, sont orangés ou bruns.

L'auramine est :



La base est incolore, les sels sont jaunes. La cétone



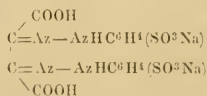
dont dérive l'auramine, fournit aussi des sels jaunes, mais ils n'ont qu'un pouvoir tinctorial très

peu considérable. Il paraîtrait donc que non seulement le groupe $C = AzH$, mais même le groupe CO est un chromophore, ce dernier très faible, il est vrai.

12° *Hydrazones*. — Les hydrazones formées par l'action des hydrazines sur les corps contenant le radical CO ont le groupement chromophorique $C = Az - AzHR$, où R est un radical aromatique. Pour leur donner le caractère de colorants, il n'est pas nécessaire d'y introduire un groupe salifiable, le groupe $Az - Az$ semble en tenir lieu; mais pour les rendre solubles à l'eau, il faut y introduire des groupes sulfoniques.

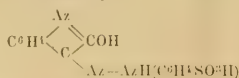
Les hydrazones peuvent être considérées comme des cétone-imides $C = AzH$, dans lesquelles l'atome R d'hydrogène uni à l'azote est remplacé par le groupe $AzHR$.

Les hydrazones simples ne contenant qu'une fois le groupe $C = Az - AzHC^6H^5$ sont, en général, d'un jaune peu intense et d'un pouvoir colorant peu prononcé; la nuance devient plus vive et le pouvoir tinctorial augmente considérablement, si le groupe en question y est contenu deux fois et si les deux atomes de carbone sont reliés entre eux $C = Az - AzHC^6H^5$. Tel est le cas, par exemple, pour la *tartrazine*.

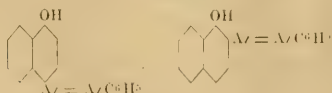


M. Fischer appelle ces hydrazones doubles des *osazones*.

Il semble cependant que même des hydrazones simples peuvent être des colorants d'une certaine intensité, si le reste de la molécule ajoutée au caractère chromogène. Ainsi l'isatine, elle-même un corps coloré, donne une hydrazone qui est une belle matière colorante jaune :

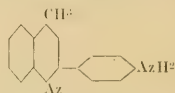


Dans certains cas les hydrazines, réagissant sur des corps contenant deux fois le groupement CO , ne donnent pas d'hydrazones ou d'osazones, mais des matières oxyazoïques; ainsi l' α et le β -naphthoquinone donnent avec la phénylhydrazone les deux phénylazo- α -naphthols, para et ortho.

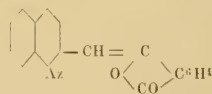


Les produits qui se forment par l'action des hydrazines sur la phénanthrène-quinone, ne sont pas encore suffisamment étudiés.

13° *Dérivés quinoléiques*. — La quino'ëine est un chromogène, mais très faible. Les amidoquinoléines fournissent en effet des sels orangés rougeâtres. Le caractère chromogène est augmenté par le remplacement des hydrogènes du noyau par des radicaux; ainsi la méthylamidophénylquinoléine est une matière colorante jaune, la *flavaniline* :

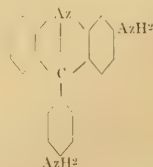


La constitution des autres colorants quinoléiques est peu connue. Ce sont la *quinophthalone*, peut-être

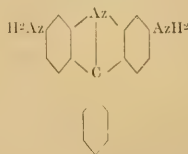


la *cyanine*, les *rouges de quinoléine* et la *berbérine*. A cette série se rattachent encore les *rosindols*.

14° *Dérivés acridiniques*. — L'acridine et surtout la phénylacridine sont des chromogènes. Par introduction de groupes AzH^2 on obtient des matières colorantes jaunes; la *phosphine* ou *chrysaniline* est :



Le *benzoflavine* en est un isomère, n'en différant que par la position d'un des groupes AzH^2 ¹



15° *Indulines*. — Les indulines, dont la constitution n'est pas encore entièrement éclaircie, paraissent être en relation étroite avec l'azophénine qui est un produit intermédiaire de leur formation.

D'après Fischer et Hepp (*Deut. Chem. Gesell.*

¹ (Ehler; comparez Nietzki, *Die organischen Farbstoffe*, 2^e édition p. 186.)

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Picard (E.), de l'Académie des Sciences. — Mémoire sur la théorie des équations aux dérivées partielles et la méthode des approximations successives (*Journal de mathématiques*, 1890). — Sur la détermination des intégrales de certaines équations aux dérivées partielles du second ordre par leur valeur le long d'un contour fermé. (*Journal de l'Ecole Polytechnique*, 1890.)

Ces travaux sont les premiers où soit abordée sous une forme générale la théorie des équations aux dérivées partielles du second ordre. On ne s'était guère occupé que de certains types particuliers d'équations dont les plus importants sont les suivants :

$$(1) \quad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$$

$$(2) \quad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0 \quad \text{ou} \quad \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} = 0.$$

Les travaux considérables dont ces équations (1) et (2) ont été l'objet ont mis en évidence les différences essentielles qui les distinguent : toutes les intégrales de l'équation (1) sont *analytiques*, et se laissent définir par leurs valeurs le long d'un contour fermé à l'intérieur duquel elles sont régulières ; à chaque intégrale de (1) correspond une intégrale analytique de (2) ; mais l'équation (2) admet en outre une infinité d'intégrales non analytiques ; une intégrale de (2) n'est pas définie par ses valeurs le long d'un contour fermé, mais par les valeurs de ses dérivées $\frac{du}{dx}, \frac{du}{dy}$ le long d'un arc de courbe et sa valeur en un point de cet arc.

Il était vraisemblable qu'une telle distinction dût se poursuivre entre les équations du second ordre plus compliquées ; mais en dehors du théorème de Cauchy sur l'existence d'intégrales analytiques, on ne connaissait aucune propriété générale de ces équations. Les travaux de M. Picard embrassent toutes les équations de la forme :

$$(3) \quad A(x, y) \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2B(x, y) \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + C(x, y) \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = F\left(u, \frac{du}{dx}, \frac{du}{dy}, x, y\right).$$

Cette équation peut se ramener, suivant que $B^2 - AC$ est négatif ou positif, à l'un des types :

$$(A) \quad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = F, \quad (B) \quad \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} = F.$$

Par une méthode, à la fois très rigoureuse et très simple d'approximations successives, l'auteur étend aux équations (A) et (B) ces deux propriétés fondamentales des équations (1) et (2) :

1° Dans la partie du plan où $B^2 - AC$ est négatif, il existe une intégrale, continue ainsi que ses dérivées des deux premiers ordres à l'intérieur d'un contour fermé quelconque, et qui prend sur ce contour des valeurs données (pourvu toutefois que ce contour soit suffisamment petit).

2° Dans la partie du plan où $B^2 - AC$ est positif, il existe une intégrale qui prend en un point d'un arc de courbe c une valeur donnée et dont les dérivées $\frac{du}{dx}, \frac{du}{dy}$ prennent le long de c des valeurs données (pourvu toutefois que l'arc c

soit suffisamment petit) ; u et ses dérivées des deux premiers ordres restent d'ailleurs continues quand on traverse l'arc c . Ceci n'est pas vrai pour les équations (A).

Ces théorèmes ne supposent rien sur A, B, C, F . L'auteur les complète moyennant certaines hypothèses sur ces coefficients. L'étude des équations linéaires notamment conduit à des conclusions de la plus haute importance et qui se résument ainsi : Soit l'équation :

$$(4) \quad A \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2B \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + C \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + 2E \frac{\partial u}{\partial y} + F u = 0;$$

on peut toujours supposer nul le terme indépendant de u . Envisageons seulement la région du plan où $B^2 - AC$ est négatif : il existe, d'après le premier théorème, une intégrale de l'équation (4) qui prend des valeurs données le long d'un contour fermé quelconque, pourvu que ce contour soit suffisamment petit. On montre ici que cette intégrale est *unique*. De plus, toute intégrale de l'équation (4) est *analytique*, si les coefficients $A, B, \dots, F$ sont eux-mêmes des fonctions analytiques de x, y . Enfin si le coefficient de u est identiquement nul, ou simplement si le signe de ce coefficient est contraire au signe commun de A et de C , il existe une intégrale et une seule qui prend des valeurs données le long d'un contour fermé quelconque, et les méthodes de M. Picard permettent de calculer cette intégrale. On voit que l'équation (4) dans ce dernier cas jouit absolument des mêmes propriétés fondamentales que l'équation de Laplace.

Il est inutile d'insister sur la portée de ce théorème que toutes les intégrales de l'équation (4) sont analytiques. Comme l'auteur l'indique dans une note récente, ce principe conduit naturellement à une large extension de la théorie des fonctions de variable imaginaires. Ajoutons que les équations de la forme (3) et (4) se rencontrent dans une foule de questions d'acoustique, d'électricité, etc. Par l'importance et la généralité des résultats, comme par l'élégance et la netteté des méthodes, les mémoires que nous venons d'analyser s'imposent donc à l'étude non seulement des analystes, mais de tous ceux qui s'intéressent à la physique mathématique.

P. PAINLEVÉ.

Bulletin du Comité international permanent pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel. Sixième fascicule, grand in-8° Gauthier-Villars et fils, 33, quai des Grands-Augustins, 1891.

Le sixième fascicule du Bulletin rédigé par le Comité international permanent pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel, vient de paraître ; il ne contient pas moins de huit mémoires, bien qu'il n'ait que 90 pages. Ces mémoires, que nous ne pouvons songer à analyser ici, sont fort intéressants ; nous donnons ci-dessous leurs titres :

Plan et détails de l'appareil parallactique de mesures par M. Kapteyn. — Description d'un appareil parallactique de mesures, par M. P. Gautier. — Sur une méthode très simple permettant d'orienter un instrument à monture parallactique plus exactement qu'on ne peut le faire en général par des lectures des cercles, par M. J. Scheiner, astronome à l'observatoire de Potsdam (traduction par Mlle D. Klumpke). — Sur la loi des diamètres photographiques des disques stellaires, par M. Max Wolf (traduction par Mlle D. Klumpke).

pke). — Sur les clichés types des étoiles de la 11^e et de la 14^e grandeur, par M. N. C. Duner. — Théorie des erreurs de l'instrument parallactique de mesure et réduction des clichés, par M. I. C. Kapteyn. — Sur la détermination des grandeurs photographiques des étoiles, par M. N. C. Duner. — Mesure de la dispersion atmosphérique, par M. Prosper Henry.

L. O.

2^e Sciences physiques.

Berget (A.), Docteur ès sciences. — **Photographie des couleurs par la méthode interférentielle de M. Lippmann** (1 fr. 50). Gauthier-Villars et fils, 55, quai des Grands-Augustins, Paris, 1891.

Les lecteurs de la *Revue* n'ont certes pas oublié la découverte capitale faite, il y a quelques mois, par M. Lippmann : un problème dont on avait depuis longtemps cherché la solution était désormais résolu : les couleurs du spectre fixées d'une façon inaltérable, à l'aide d'un procédé d'une admirable simplicité et d'une rare élégance scientifique. M. Berget a exposé ici même très nettement la méthode qui avait conduit à ce beau résultat; mais pour comprendre cette méthode, il est nécessaire de connaître au moins les principes de la théorie des ondulacions. On pouvait peut-être supposer que cette théorie n'est pas absolument familière à tous les photographes et à tous les amateurs de photographie; le petit livre que vient de publier M. Berget dans la bibliothèque photographique de la librairie Gauthier-Villars a été écrit dans cette hypothèse. Il se divise en deux parties distinctes : dans la première, l'auteur expose d'une façon très élémentaire les phénomènes d'interférence; il est parvenu à donner une forme remarquablement simple et très claire à son exposition; la lecture des quatre chapitres qu'il a consacrés à ce sujet pourrait être utile à toute personne qui désirerait se faire une idée des vibrations lumineuses, même en dehors de l'application particulière à la photographie des couleurs; dans la seconde partie M. Berget explique en détail la méthode de M. Lippmann : il insiste sur les procédés opératoires dont quelques-uns sont même inédits. Le succès de ce petit volume nous paraît assuré d'avance.

LUCIEN POINCARÉ.

Lodge (O.). — **Les théories modernes de l'électricité. Essai d'une théorie nouvelle, traduit de l'anglais et annoté par E. Meylan** (5 fr.). Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris, 1891.

Ce livre répond à une préoccupation générale des physiciens qui pensent que le moment est proche où les relations entre les phénomènes électriques et optiques pourront être traduites sous une forme exclusivement mécanique. A tous ceux qui y réfléchissent, il fournira l'occasion de voir les choses sous un jour nouveau; il est douteux qu'il paraisse satisfaisant. En France surtout nous sommes trop portés à exalter ou à déprécier outre mesure de pareils essais; ce serait pourtant se tromper également que de voir dans les grossiers mécanismes imaginés par l'auteur une image fidèle des phénomènes électriques, ou au contraire de n'y trouver qu'une analogie factice et sans intérêt. Ce qui distingue ces mécanismes de tant d'autres que l'électricité a fait éclore à profusion dans des cervelles ignorantes, c'est que les équations qui relient les déplacements des diverses pièces mécaniques et les forces qui les produisent, sont ou rigoureusement, ou presque exactement les mêmes que celles qui relient les variables électriques qu'on leur fait correspondre : intensités de courant, forces électromotrices, etc. Cela n'implique point que les phénomènes électriques soient dus à un mécanisme — insaisissable à nos sens — identique à celui que représentent les figures; mais cela facilite beaucoup l'étude des phénomènes. La connaissance des lois élémentaires suffit à la construction d'un mécanisme représentatif exact; et la mise en mouvement de ce mécanisme équivaut à l'in-

tégration des équations. Si en outre, comme dans le livre de M. Lodge, on a réussi à réunir dans un ensemble de mécanismes de même nature, qu'on peut imaginer reliés les uns aux autres et se commandant, les images de presque tous les phénomènes électriques, cela donne l'espoir qu'il sera possible de remplacer ceux-ci par d'autres, également exacts comme représentation, mais moins grossiers, plus continus, plus acceptables.

Ces représentations, fort utiles pour le lecteur qui a toujours présents à l'esprit les principes de dynamique, risquent de séduire surtout la classe trop nombreuse de ceux qui croient comprendre la mécanique parce qu'ils ont une vue assez claire, pas même de la cinématique, mais seulement de la géométrie des déplacements. Pour ceux-là les représentations sont trop matérielles : ils risquent d'y croire; il aurait mieux valu leur donner cette forme humoristique à laquelle excelle Tyndall : la troupe d'écoliers appuyés les uns contre les autres pour la vitesse de propagation du son; l'échange de voyageurs entre deux trains allant en sens inverse pour le frottement des gaz. On est ainsi averti que si la comparaison est juste, ce n'est qu'une comparaison, qu'il ne faut pas poursuivre indéfiniment sous peine d'arriver aux dissemblances.

La traduction m'a paru fidèle, d'une lecture facile; je ferai le meilleur éloge des notes, sobres et courtes, en disant qu'elles étaient presque toutes nécessaires.

MARCEL BRILLIOUX.

Jagnaux (Raoul). **Histoire de la Chimie. Librairie polytechnique**, 2 volumes in-8^e (32 fr.). Baudry et Cie, 15, rue des Saints-Pères, Paris, 1891.

Le livre de M. Jagnaux est à la littérature chimique ce que sont à la littérature proprement dite les recueils de morceaux choisis en usage dans l'enseignement secondaire. L'auteur a réuni, à propos de chaque question, les principaux passages des mémoires les plus importants, et en a fait un tout homogène en résumant les parties qu'il ne pouvait citer in extenso. L'idée est originale et ne manque pas d'intérêt. L'histoire de la chimie présente, sous une forme condensée, un grand nombre de faits disséminés dans des ouvrages rares et des publications anciennes. A ce titre, elle est intéressante et peut rendre des services. Le principal reproche qu'on puisse faire à cet ouvrage est de manquer de proportions. Ainsi, l'on trouve un chapitre de 75 pages sur la création de la chimie pneumatique, et 4 pages seulement sont consacrées à la dissociation. La chimie organique présente aussi quelques lacunes, surtout en ce qui concerne les travaux récents de l'école atomique. Peut-être M. Jagnaux a-t-il voulu indiquer par là, que, comme les peuples heureux, la chimie organique moderne n'a pas d'histoire.

L'ouvrage est divisé en quatre parties à peu près égales : Grandes théories chimiques, métalloïdes, métaux, chimie organique. Enfin le deuxième volume se termine par l'histoire de la théorie des fermentations, et l'exposé des discussions qui ont accompagné les travaux de Pasteur.

Georges CHAPRY.

Alexeyeff (P.) Professeur de Chimie à l'Université de Kieff. — **Méthodes de transformation des combinaisons organiques, traduit du russe par MM. J. Darzens et L. Lefèvre**. — Un vol. in 8^e de 215 pages (6 fr.). G. Masson, Libraire-éditeur, 120, boulevard Saint-Germain, Paris, 1891.

Avec les progrès rapides qu'a faits la chimie organique dans ces dernières années, les découvertes de fonctions nouvelles et des transformations variées qu'elles subissent de la part des différents réactifs, les recherches bibliographiques deviennent aujourd'hui bien longues et souvent bien difficiles pour ceux qui entreprennent des travaux de laboratoire.

Le besoin d'un ouvrage, dans lequel les chimistes trouveraient réunis tous les procédés théoriques de transformations des groupements fonctionnels, les

méthodes pratiques pour les effectuer et l'indication des mémoires originaux qui s'y rapportent, se fait donc sentir depuis quelques temps : c'est à ce besoin que répond l'ouvrage que vient de publier M. Alexeyeff et dont MM. Darzens et Lefèvre nous offrent la traduction française.

Malheureusement cet ouvrage ne comble que partiellement la lacune qui existe actuellement dans notre littérature chimique : c'est plus un livre théorique qu'un manuel pratique, et d'ailleurs l'auteur nous le présente comme un résumé de son cours de chimie organique, s'adressant par conséquent à des étudiants préparant un examen tel que notre licence.

Les traducteurs ont intercalé dans le texte quelques procédés opératoires; mais, à notre avis, ils ne les ont pas assez multipliés et ils auraient pu tout au moins donner des renvois bibliographiques qui se seraient utilement joints à ceux des mémoires russes de l'ouvrage original.

Néanmoins ce livre présente pour les chimistes français, dont bien peu savent lire le russe, le grand avantage de leur faire connaître un certain nombre de recherches importantes effectuées dans les laboratoires des Universités russes et nous ne pourrions trop savoir gré à M. Darzens d'avoir largement contribué, par sa connaissance de la langue russe, à cette vulgarisation.

H. GAUTIER.

3° Sciences naturelles.

Detmer (W.). — *Manuel technique de Physiologie végétale.* Traduit de l'allemand par le Dr H. Michaels. 130 gravures dans le texte (broché 10 fr., cartonné 11 fr. 50). Reinwald et Cie, 15, rue des Saints-Pères, Paris, 1891.

L'édition française du livre de M. Detmer rendra un véritable service aux botanistes, car il complète heureusement les traités généraux de M. Van Tieghem et de M. Duchartre, et correspond au *Manuel d'anatomie* de M. Strasburger. Aux étudiants il indique des dispositifs simples d'expériences leur permettant de se rendre facilement compte de la démonstration des faits exposés dans les traités généraux. Aux professeurs il donne des détails spéciaux sur la manière de réaliser certaines expériences de cours; l'auteur, qui en a répété un grand nombre, a toujours soin d'indiquer dans quelles conditions il les a le mieux réussies, faisant ainsi profiter le lecteur de sa pratique personnelle. Ce livre est bien, à proprement parler, un Manuel technique; il est divisé en deux cents paragraphes bien choisis, souvent précédés de notions anatomiques, mais dont le nombre même est un empêchement au compte rendu analytique.

Malheureusement ce livre ne peut suffire au lecteur français, et il est regrettable que le traducteur n'ait pas jugé à propos de le compléter. L'auteur y fait preuve du parti pris, trop fréquent chez ses compatriotes, de faire autant que possible les travaux français; ce silence est d'autant moins excusable qu'il renvoie souvent à des travaux allemands pour des renseignements complémentaires, et que la bibliographie, si elle n'était pas volontairement tronquée, serait assez complète. Les auteurs français cités par M. Detmer sont faciles à compter; ils sont bien choisis, mais peu nombreux; ils sont quatre; Pasteur, au sujet de la formule de la solution nutritive qu'il a employée dans ses cultures de *Levure de bière* (p. 45, 67, 215); Bous-singault (p. 49), au sujet d'une note insérée dans les *Comptes-rendus*, sur la non absorption de l'azote libre de l'air; Garreau (p. 163), pour ses expériences sur la transpiration, et de Saussure (p. 181), à propos de l'absorption par les racines des matières minérales des solutions nutritives.

Par contre, l'auteur a fait sa propre bibliographie avec un soin tout particulier, et il renvoie le lecteur à ses travaux personnels avec une complaisance qui pourrait paraître exagérée; c'est ainsi que dans son livre, qui compte 400 pages, il cite en note environ

80 fois ses mémoires. Nous ne lui aurions pas demandé autant d'insistance au sujet des travaux français, mais seulement un peu plus d'impartialité. Quoi qu'il en soit, ce livre vient combler en France une lacune, et nous lui souhaitons bonne fortune.

G. SAUVAGEAU.

Stefanowska (Micheline). — *La disposition histologique du pigment dans les yeux des Arthropodes sous l'influence de la lumière directe et de l'obscurité complète.* *Recueil zoologique Suisse*, T. V, n° 2, 1890.

Les expériences de Boll, de Th.-W. Engelmann et de Van Genderen Stort ont montré que chez les Vertébrés la lumière a une influence marquée sur la répartition du pigment rétinien. Mlle Micheline Stefanowska s'est proposé d'étudier ce qui se passe dans les mêmes conditions chez les Arthropodes ou mieux chez les Insectes, car, à part quelques Arachnides, ses recherches n'ont porté que sur les Insectes. L'auteur faisait de chaque espèce en expérience deux séries, l'une qu'elle soumettait pendant un temps à une obscurité complète, l'autre qu'elle exposait à la grande lumière. Les yeux, fixés ensuite par l'acide osmique, étaient coupés et examinés. D'un grand nombre d'observations ainsi conduites il résulte que les divers pigments qui accompagnent les rétines et les cônes se concentrent, à l'obscurité, en des points déterminés, laissant ainsi à découvert une partie des éléments rétinien, tandis qu'à la grande lumière les pigments diffusent, s'étalent à la surface des cônes et des rétines, les voilant pour ainsi dire et les rendant moins nettement apparents. Il y a des degrés variables avec les espèces, mais l'effet produit paraît constant. Somme toute, le travail très consciencieux de Mlle Micheline Stefanowska nous montre que, malgré les différences de structure qui distinguent les yeux des Arthropodes de ceux des Vertébrés, l'action de la lumière est comparable dans les deux groupes d'animaux.

Il eût été intéressant que l'auteur, choisissant quelques types d'insectes qui vivent ordinairement dans la terre, nous montrât l'action de cette obscurité prolongée sur la disposition normale du pigment chez ces espèces.

Une conclusion pratique à tirer de ces recherches, en dehors de l'intérêt physiologique qu'elles présentent, c'est que pour l'étude des éléments rétinien de l'œil des Arthropodes, il est bon d'employer des sujets préalablement soumis à l'obscurité.

Dr H. BEAUREGARD.

Le Dantec, Préparateur à l'Institut Pasteur. — *Recherches sur la digestion intra-cellulaire chez les Protozoaires.* Thèse de la Faculté des Sciences de Paris, Imp. L. Danel, à Lille. Mars 1891.

Il y a déjà longtemps que la digestion intra-cellulaire chez les Protozoaires a intéressé les naturalistes et a été étudiée par des procédés expérimentaux. C'est, en effet, un des phénomènes vitaux les plus intimes qu'il nous soit donné d'observer à la base du règne animal.

La première question étudiée par M. Le Dantec est celle des vacuoles qui entourent les ingesta. Il en a fait l'étude d'abord au moyen du tournesol. En opérant sur des *Stentor*, il a vu d'abord les grains de tournesol absorbés et entourés d'une vacuole; après un certain temps, on voit le grain bleu de tournesol rougir brusquement et on peut en conclure que, chez cet infusoire, les corps ingérés, nutritifs ou non, se trouvent au bout de quelque temps dans un milieu acide; que l'acidité est progressive comme si elle était due à une sécrétion; que l'acide produit est un acide fort; la sécrétion de l'acide est plus ou moins rapide, suivant les espèces; l'acide semble le même pour toutes les espèces observées.

Pour étudier plus en détail le phénomène, l'auteur s'est servi de l'alizarine sulfo-conjugée. Grâce à d'a-

biles procédés, pour lesquels on ne peut que renvoyer au mémoire original, il a pu établir les faits suivants :

1° Les amibes ingèrent indistinctement les matières solides nutritives ou non, ce qui n'est pas étonnant si l'on admet, comme de Bary pour les Myxomycètes, que l'ingestion est le résultat normal du stimulus au point de contact.

2° Ces matières ne sont jamais en contact direct avec le protoplasma, mais sont contenues dans des vacuoles.

3° Le contenu des vacuoles est au début l'eau du milieu extérieur; il s'y produit dans tous les cas, même sans que la vacuole contienne de matière nutritive, une sécrétion acide qui neutralise l'alcalinité de l'eau et finit même par lui donner une acidité constatable.

4° L'éjection est un phénomène dans lequel on ne peut voir aucun acte voulu de la part de l'amibe, mais une simple chose accidentelle; il faut néanmoins dire que cette éjection paraît plus facile pour les corps non nutritifs que pour ceux qui le sont. D^r H. DUBIEF.

4° Sciences médicales.

Testut (L.). — *Traité d'Anatomie humaine, à l'usage des médecins et étudiants en médecine, t. I, Ostéologie, Arthrologie, Myologie, gr. in-8° de 733 pages, avec 469 figures (16 fr.). Paris O. Doyn, 8, place de l'Odéon, 1891.*

On a coutume de penser et de dire que l'Anatomie descriptive est une science à peu près parfaite, arrivée au terme de son évolution et à laquelle il n'est plus possible d'ajouter que des détails sans importance et sans intérêt. A cette branche des connaissances humaines on a grande tendance à appliquer la formule de Labruyère : « Tout est dit et l'on vient trop tard. » — En publiant son *Traité d'Anatomie humaine*, M. Testut est venu nous prouver qu'on se tromperait beaucoup en pensant ainsi. Il a su profiter des acquisitions nouvelles disséminées dans des publications spéciales, et que nous retrouvons dans ce livre, résumées en quelques lignes. Il a su profiter également des notions importantes que l'Anatomie comparée et l'Anthropologie ont accumulées dans ces dernières années; ces éléments nouveaux viennent éclairer les descriptions d'anatomie pure et prêter un vif intérêt à une science qu'on pouvait accuser d'être parfois peu attrayante.

C'est ainsi que nous pouvons signaler les chapitres remarquables sur la théorie vertébrale du crâne, sur le crâne considéré au point de vue anthropologique, sur les points et sur les angles craniométriques, sur l'appareil hyoïdien. En quelques pages claires et précises se trouvent accumulées des notions de la plus haute importance pour l'anatomiste et pour l'anthropologiste.

Les indices crânien, nasal, orbitaire, thoracique, sont exposés également en quelques lignes.

La question de l'homologie des membres, rapidement discutée, fournit aussi un chapitre plein d'intérêt.

Les questions de développement sont traitées avec soin. C'est dans l'ostéologie qu'elles acquièrent la plus haute importance. Le développement général du crâne, de la face, du thorax, celui de la colonne vertébrale considérée dans son ensemble, celui des os intermaxillaires, celui des organes dérivant du cartilage de Meckel, fournissent des chapitres importants à des points de vue divers. Quant au développement des os en particulier, si utile au point de vue de la pathologie ou de la médecine légale, signalons l'heureuse innovation de planches qui accompagnent chaque description.

Parmi les choses nouvelles qui se trouvent dans ce livre, nous devons mentionner les paragraphes nombreux consacrés aux anomalies et aux variétés de chaque organe. De longues études antérieures et des publications importantes donnaient à l'auteur une compétence toute spéciale pour aborder ce sujet. Ces notions, dont le principal intérêt touche évidemment à l'anthropologie et à l'anatomie comparée, sont aussi de

la plus grande utilité pour l'étudiant qui souvent se trouve arrêté dans ses dissections par une disposition anormale; il pourra immédiatement trouver la description de l'anomalie qu'il a sous les yeux, savoir sa fréquence ou sa rareté et souvent connaître sa signification.

Enfin, nous avons l'avantage de trouver à chaque page des indications bibliographiques dont les ouvrages antérieurs se trouvent trop dépourvus.

On pourrait croire en lisant les lignes qui précèdent que l'auteur s'est laissé entraîner par l'intérêt qui s'attache aux côtés purement scientifiques ou aux côtés philosophiques de l'Anatomie et qu'il a négligé le point de vue médical et pratique. Il n'en est rien : les points nouveaux nombreux et importants que nous avons signalés tiennent en somme peu de place, grâce à la disposition typographique qui consacre à ces diverses questions un texte en petit caractère, grâce surtout à la grande concision de style qu'à su s'imposer M. Testut.

La partie d'Anatomie descriptive proprement dite, celle qui intéresse le médecin et l'étudiant, a été traitée avec le plus grand soin soit au point de vue du texte, soit au point de vue des figures qui l'accompagnent.

Les planches qui sont intercalées dans l'ouvrage se font remarquer par leur nombre, par leur clarté et en outre par quelques innovations. Dans l'ostéologie, par exemple, signalons l'emploi de flèches rouges placées dans les divers trajets destinés aux vaisseaux et aux nerfs; ces flèches montrent avec une netteté parfaite les orifices et les directions des canaux intra-osseux. Signalons aussi l'emploi de teintes plates uniformes appliquées à un os et permettant de le distinguer d'un coup d'œil, avec ses rapports complexes, dans une planche d'ensemble. Nous trouvons également d'utiles renseignements dans la série des figures qui nous montrent les insertions musculaires dessinées en rouge sur le squelette.

Les planches relatives à l'arthrologie nous montrent aussi l'avantage des teintes polychromes. Les ligaments sont légèrement teintés en jaune; les synoviales et les bourses séreuses, en violet. Les couleurs, discrètement employées, n'impriment pas aux figures une allure trop schématique et leur donnent une parfaite netteté. On peut remarquer particulièrement les figures relatives aux articulations de l'atlas, celles des synoviales du pied et de la main; les planches concernant les articulations de l'épaule et du genou méritent également d'être signalées.

Dans les figures qui ont trait à la myologie, nous pouvons mentionner spécialement celles qui se rapportent aux aponévroses du cou, ainsi que plusieurs coupes de la fosse iliaque. Les feuillets aponévrotiques représentés par des traits rouges sont mis en lumière d'une manière frappante. Les planches qui concernent les synoviales des tendons de la main sont aussi remarquables par leur simplicité et leur clarté.

Quant aux descriptions anatomiques proprement dites, il est impossible de montrer leur valeur dans une analyse. Les qualités dominantes sont incontestablement la concision et la clarté. Il suffit, pour apprécier cette dernière, de lire les pages qui se rapportent au sphénoïde, à l'éthmoïde, au temporal, os compliqués dans leur forme et difficiles à décrire. Nous n'indiquons pas d'autres chapitres, il nous faudrait citer tout le livre. Quant à la concision, elle n'a pas seulement l'avantage de supprimer l'ennui, mais celui de permettre à ce *Traité* de rester un livre d'anthropothèque.

Le succès de cet ouvrage s'imposera par lui-même. Les innovations heureuses et les qualités maîtresses, que nous n'avons pu que signaler, en feront certainement un classique. Nous souhaitons seulement que les deux derniers volumes suivent rapidement le premier.¹

A. POLOSSON.

¹ Le tome II (*Angéologie et Nérologie*, in-8° de 900 pages) vient de paraître; nous en donnerons une analyse dans l'un de nos prochains numéros.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 20 avril 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. L. Raffy** : Sur la déformation des surfaces spirales. — **M. G. Bigourdan** : Nébuluses nouvelles découvertes à l'observatoire de Paris (suite).

2^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — **M. C. Raveau** a repris l'étude analytique des relations entre les différents vecteurs qui s'introduisent dans la théorie électro-magnétique de la lumière et dans les diverses théories élastiques; il considère les diverses expressions de l'énergie dans un milieu homogène possédant une perméabilité magnétique sensiblement constante dans toutes les directions. — **M. Berthelot** a étudié au point de vue thermo-chimique : 1^o l'acide aspartique et sa fonction mixte; la saturation de la seconde basicité dégage bien moins de chaleur que la première; 2^o la chaleur de formation de l'acide malonique; 3^o la formation comparée des tartrates isomères solubles et insolubles. — **M. Engel**, en décomposant l'hyposulfite de soude par l'acide chlorhydrique dans des conditions déterminées de température et de concentration, a obtenu une variété de soufre qui est soluble dans l'eau. Reprise par le chloroforme, elle cristallise de sa solution dans un type particulier. Laisse en contact avec l'eau, elle passe peu à peu au soufre mou ordinaire des hyposulfites. **M. Engel** pense qu'il s'agit de molécules de soufre moins condensées que dans les variétés habituelles. — **M. Friedel** a fait l'étude cristallographique de ces cristaux de soufre abandonnés par le chloroforme; ils ont une forme rhomboédrique, ce qui les sépare de toutes les formes cristallines du soufre antérieurement connues. — **M. G. Lemoine** a constaté que la diminution de pression favorise la dissociation du bromhydrate d'amylène. — **M. G. André** a étudié les composés qui prennent naissance lorsque, après avoir dissous l'oxyde jaune de mercure dans une solution bouillante de sel ammoniac, on traite la dissolution par un excès d'ammoniaque, et qu'on reprend ensuite par des quantités d'eau variables le précipité qui s'est formé. — **M. Güntz** a préparé le sous-chlorure et divers sels de sous-oxyde d'argent par double décomposition, en partant du sous-fluorure d'argent qu'il avait fait connaître. — **M. P. Sabatier** a préparé le sulfure de bore par l'action de l'hydrogène sulfuré sec sur le bore amorphe chauffé au rouge et mesuré la chaleur dégagée dans la décomposition de ce sulfure par l'eau. — **M. P. Sabatier** montre que le gaz dégagé par l'action de l'acide chlorhydrique sur le borure de magnésium (hydrogène boré de Jones) est en réalité de l'hydrogène renfermant seulement une petite quantité d'hydruure de bore. — **M. J. Ville**, en faisant réagir au-dessus de 100° l'acide sulfanilique sur l'urée, a obtenu l'acide *sulfanilicarbanique*, formé par l'union des deux corps molécule à molécule, avec élimination d'une molécule d'ammoniaque. — **M. G. Denigès** : Nouvelles combinaisons obtenues avec les sulfites métalliques et les amines aromatiques. — **M. L. Vignon** a modifié, de façon à la rendre applicable aux alcools dénaturés, la méthode de dosage de l'acétone par transformation en iodoforme, qu'il avait formulée pour les méthylènes dénaturés. — **MM. A. et P. Buisson** signalent comme pouvant être appliquée avantageusement à l'épuration des eaux d'égout la préparation du sulfate de fer à partir de la pyrite grillée.

3^{re} SCIENCES NATURELLES. — **M. H. Fol** rappelle que dès 1873 il avait signalé dans les cellules animales en voie

de division, l'existence de centres d'attraction indépendants du noyau; il communique de nouvelles recherches destinées à montrer l'origine de ces corps dans l'œuf fécondé; sur des coupes minces de l'œuf d'oursin, il a reconnu un *spermocentre* et un *ovocentre*, qui se divisent et dont les moitiés, s'unissant deux à deux, constituent les deux premiers *astrocentres*. — **M. L. Ranvier** a étudié les modifications qui se produisent dans l'endothélium péritonéal du cochon d'Inde après l'injection d'une substance irritante telle qu'une solution de nitrate d'argent; l'auteur admet d'abord que les cellules normales de cet épithélium, telles qu'il a pu les observer en suivant un technique spéciale, constituent un réseau protoplasmatique ininterrompu; les cellules étoilées et anastomosées qui forment ce réseau reprennent, dans l'inflammation expérimentale, l'aspect de cellules conjonctives, et, grimpant le long des filaments de fibrine de l'exsudat, recouvrent les places où l'endothélium a été entièrement nécrosé; **M. Ranvier** pense que la guérison des plaies par réunion immédiate, se produit de même par l'allongement des ramifications des cellules conjonctives voisines le long des filaments de fibrine. — **M. de Lacaze-Duthiers** : Une excursion au Laboratoire Arago et à Rosas (Espagne). (Voir le N^o précédent de cette Revue, page 287). — **M. F. Guitel** a étudié anatomiquement les terminaisons nerveuses que l'on trouve disposées par petits groupes au voisinage des dents chez la Baudroie. (*Lophius piscatorius*). Ces organes, que l'auteur considère comme des organes gustatifs, sont innervés par le pneumogastrique, le facial et le trijumeau. — **M. Et. Jourdan** décrit dans la trompe des *Glycères* (Annélide) un système nerveux complexe avec un anneau ganglionnaire à la base. — **M. G. Pouchet** : Sur une mélanine artificielle (V. Soc. de Biologie, 11 avril). — **M. Ch. Henry** précise ses recherches sur le minimum de substance odorante perceptible, en déterminant la quantité de substance vaporisée restée dans l'appareil. — **M. H. Jumelle** a étudié expérimentalement les rapports entre l'assimilation du carbone et la respiration chez les Lichens : l'assimilation l'emporte sur la combustion, même à la lumière diffuse chez les Lichens nettement colorés en vert; chez les Lichens crustacés, colorés en gris ou en blanc, l'assimilation ne l'emporte sur l'oxydation qu'à la lumière solaire directe. — **M. P. Lesage** a continué ses recherches sur l'influence que le sel exerce sur la quantité d'amidon qui s'emmagasine dans les plantes; il a étudié à ce point de vue le *Lepidium sativum* et constate que les arrosages avec des solutions salées à 15 %₀₀ au moins, font disparaître entièrement l'amidon. — **M. Prillieux**, en examinant des échantillons de seigle qui avaient occasionné des empoisonnements dans la Bordogne, a reconnu l'existence constante dans l'albume même du grain d'un champignon nouveau, dont la sporulation s'accomplit suivant un mode tout particulier. **MM. A. Delebugne et L. Legay** démontrent, par la marche des températures, l'existence d'une source abondante au fond du lac d'Annecy. — **M. J. Renaud** rend compte des sondages sous-marins exécutés en 1890 dans le Pas-de-Calais; il présente une carte résumant les résultats du travail et indique les méthodes employées. — **M. P. Termier**, en faisant l'étude géologique du massif de la Vanoise (Savoie) a observé un grand nombre de phénomènes métamorphiques dans les couches diverses; il considère ce métamorphisme comme dépendant des plissements et étirements violents subis par ces couches. — **MM. E. Louise et E. Picard** ont étudié la culture du

colza au double point de vue des changements qui surviennent pendant la végétation dans la plante et dans le sol.

Mémoires présentés. — M. Folie adresse une « Note sur la nutation initiale de l'axe du monde et un résumé des déterminations obtenues jusqu'ici ». — M. J. P. Metzler adresse un mémoire ayant pour titre : « La lumière, le Soleil ». — M. F. François adresse une note intitulée : Boussole cadran solaire. »

Nominations : M. de Serpa Pinto est élu correspondant pour la section de Géographie et Navigation.

Séance du 27 avril 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. A. Resal : Sur les expressions des pressions dans un corps élastique homogène. — M. H. Poincaré discute une objection, relative à la théorie de l'élasticité, que M. Brillouin lui avait adressée en rendant compte de son ouvrage sur la *Théorie mathématique de la lumière*. — M. E. Hutin et M. Leblanc : Sur un moteur à courants alternatifs. — M. A. Leduc : Sur le rendement des machines marines et celui des hélices ; méthode géométrique pour calculer le premier de ces rendements sans dynamomètre. —

2^{es} SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. Lemoine a entrepris une série de recherches quantitatives sur l'action chimique de la lumière ; le réactif qu'il emploie est le mélange de chlorure ferrique et d'acide oxalique ; ce réactif étant fortement coloré, l'auteur, dans un premier travail, détermine l'absorption physique qu'il exerce sur la lumière. — M. Ch. Blarez : Action exercée par la présence des sels halogènes de potassium sur la solubilité du sulfate neutre de potassium. — A propos d'une réclamation de priorité de M. Hesse, MM. Jungfleisch et Léger montrent que le produit appelé par M. Hesse *isocinchonine* ne saurait être identifié avec la *cinchonine* obtenue par eux dans l'action de l'acide sulfurique sur la cinchonine ; l'*isocinchonine* n'est qu'un mélange où la cinchonine entre pour une petite part. MM. Etard et P. Lambert ont étudié un carbure de la série terpénique qu'ils ont isolé des huiles du gaz comprimé ; c'est un *pyropentène* remarquable par la façon dont il se polymérise spontanément à froid. — M. Maquenne a appliqué à l'étude des produits de doublement de la tréhalose la méthode qu'il a fondée sur l'emploi de la phénylhydrazine ; il démontre ainsi que la tréhalose est bien une diglucose ; de plus il en a formé l'acétine, qui renferme huit molécules d'acide acétique. — M. R. Vidal, en faisant réagir le phosphore P_4H_2 sur les alcools a obtenu l'amine primaire de l'alcool à l'état de métaphosphate avec un peu de l'amine secondaire ; la réaction est générale et a lieu avec divers azotures métalloïdiques. — M. Aignan, étudiant la constitution des dissolutions aqueuses d'acide tartrique, montre que les expériences de Biot sur le pouvoir rotatoire peuvent s'expliquer en admettant soit que l'acide tartrique dissous forme avec l'eau, en proportions définies, un hydrate partiellement dissocié, soit que l'acide tartrique, se combinant à lui-même, double sa molécule, cette molécule doublée étant partiellement dissociée par la dissolution ; les pressions osmotiques calculées dans l'une et l'autre hypothèse ne sont pas égales entre elles ; M. Aignan, comparant la pression d'une solution d'acide tartrique à la pression de diverses solutions de sucre, a obtenu un chiffre qui concorde avec la deuxième hypothèse. — M. St. Meunier a obtenu l'hyalite à la température ordinaire en immergeant dans du silicate de soude sirupeux un vase poreux de pile bertholite d'acide sulfurique de Nordhausen. — MM. Berthelot et G. André, pour éclairer le rôle des matières humiques dans la végétation, ont repris l'étude des composés bruns (anhydrides condensés) qui se forment par l'action de l'acide chlorhydrique sur le sucre de canne ; ils ont étudié surtout les sels de ces acides, et montré que ces sels étant insolubles et se formant à froid, les composés en question fixent énergiquement les alcalis de la terre

végétale ; ils fixent l'ammoniaque comme les bases métalliques, en formant des sels ammoniacaux d'acides amidés très stables, et jouent ainsi un rôle important dans la fixation de l'azote.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. F. Houssay résume les faits observés par lui sur des embryons d'*Axolotl*, faits qui le portent à admettre chez l'embryon du vertébré une métamérie complète pour l'endoderme et les vaisseaux sanguins jusqu'au delà de l'anus. — M. L. Ranvier, continuant l'étude de la péritonite expérimentale qu'il avait commencée dans la séance précédente, examine les modifications subies par les clasmatoctes ; ceux-ci, sous l'influence de l'irritation, sont transformés en cellules lymphatiques qui se multiplient. Il y a donc là une source de cellules du pus qui s'ajoute à la diapédèse ; le rôle de ces cellules du pus dans les tissus enflammés consiste d'ailleurs, d'où qu'elles proviennent, à enlever les débris des éléments mortifiés ; on les trouve, en effet, chargées de ces débris. — M. Ch. Contejean, isolant chez la grenouille l'osophage de l'estomac par une ligature et faisant faire des digestions séparément dans ces deux parties du tube digestif, a constaté que toutes deux sécrètent de la pepsine, la première en plus grande abondance. — M. A. Cannieu, ayant observé les truites des lacs et des gaves des Pyrénées au point de vue de leur évolution sexuelle, conclut que les changements de régime sont à peu près sans influence sur les transformations considérables qui s'accomplissent d'une saison à l'autre, et que l'évolution sexuelle est au contraire la cause de ces changements. Par analogie, il admet que chez le saumon on a attribué à tort au passage dans l'eau douce et à une prétendue inanition les modifications de la chair. Les truites capturées sont toujours à jeun ; on ne peut donc affirmer, parce que l'on observe le même fait chez les saumons, que ceux-ci ne se nourrissent pas dans les fleuves. — M. O. Vander Stricht a étudié dans les reins de divers animaux la structure intime des cellules sécrétantes des canalicules urinaires et les modifications fonctionnelles de cette structure. — M. Emile Mer a constaté qu'au début de la période hivernale, il y a chez les arbres de nos forêts une consommation active de la réserve d'amidon ; la répartition de cette réserve dans les tissus est modifiée par cette consommation automnale, souvent il n'en reste que fort peu quand le végétal passe à l'état de vie latente ; sa reconstitution s'effectue très rapidement au printemps. — M. G. Poirault résume ses observations sur divers points de l'anatomie des *Ophioglossées*. — M. L. Cayeux signale l'existence de *Diatomées* abondantes dans le tulleau à *Cyprina planata* (landénien inférieur) du nord de la France et de la Belgique. — M. Ballaud expose les résultats d'une série de recherches sur l'hydratation des blés et farines, entreprises par l'Intendance militaire ; les blés de la plaine du Chéliff transportés en France augmentent de poids dans une proportion qui peut atteindre 10 pour 100. — M. P. Cazeneuve indique que pour le traitement des vignes phylloxérées par le sulfure de carbone, il est avantageux, dans les terrains très caillouteux ou très argileux, de mélanger cet insecticide à de la vaseline, l'évaporation trop active est retardée dans le premier cas ; dans le second, la diffusion est facilitée.

Mémoires présentés. — M. Daubrée présente, au nom de M. Federico de Botella une carte hypsométrique de l'Espagne et du Portugal à l'échelle de $\frac{1}{250,000}$. — M. Tondini présente un projet d'adaptation du système américain des vingt-quatre fuseaux horaires au méridien chronologique international de Jérusalem-Nyanza. — M. G. Denigès adresse une note : « Sur les combinaisons obtenues avec le sulfite neutre de zinc et les amines aromatiques. » — M. Delaurier adresse une note ayant pour titre : « Des causes probables de la discordance de la radiation solaire trouvée à Montpellier et à Moscou. »

Nominations et nouvelles. — M. le prince Albert de

Monaco est élu Correspondant de l'Académie pour la section de Géographie et Navigation. — M. le secrétaire perpétuel donne lecture d'un extrait du testament de M. Cahours par lequel cent mille francs sont légués à l'Académie; les intérêts de cette somme doivent être distribués chaque année à titre d'encouragement à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches de chimie. — M. J. Janssen fait remarquer combien un legs sous cette forme peut être profitable à la science.

L. LAPICQUE.

ACADEMIE DE MÉDECINE

Séance du 21 avril 1891.

M. Crimail a pratiqué l'opération césarienne pour la seconde fois sur une femme qui a guéri; l'enfant a survécu. — Suite de la discussion sur la dépopulation de la France, entre MM. Tarnier, Marjolin et Th. Roussel.

Séance du 28 avril 1891.

M. Polaillon lit un rapport sur un mémoire de M. Berlioz (Grenoble) sur la microcicine, nouvel antiseptique extrêmement soluble, dérivé du naphthol. Ce produit, très peu toxique, est dix fois plus antiseptique que l'acide phénique et vingt fois plus que l'acide borique. M. Polaillon en a obtenu les meilleurs résultats dans les pansements, lavages, injections au titre de 3 à 5 ‰. — Suite de la discussion sur la dépopulation de la France, à laquelle prennent part MM. Le Roy de Méricourt, Dujardin-Beaumetz, Guéniot, Le Fort, Rochard et Th. Roussel.

Séance du 6 mai 1891.

M. Le Dentu présente un rein extrait à une femme atteinte de lithiase biliaire. Ce rein est rempli de calculs, et il présente de plus cette particularité qu'il est rempli de gaz. C'est le second fait publié de rein renfermant des gaz. — Suite de la discussion sur la dépopulation. M. le Secrétaire perpétuel donne lecture des conclusions rédigées par le Président, et l'Académie adopte une série de vœux concernant la dépopulation. Le vote général est renvoyé à la séance suivante.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 25 avril

MM. d'Arsonval et Gaiffe présentent un galvanomètre dans lequel le circuit est mobile et l'aimant fixe; un dispositif spécial du champ magnétique permet d'avoir des déviations proportionnelles. — M. Hédon a vu sur les chiens que la destruction du pancréas avait rendus azoturiques que le sucre ajouté au régime carné passe dans les urines. — M. Gley a observé le même fait. — M. Onanoff examine la façon dont réagissent les nerfs aux courants continus lorsque, pour rendre négligeables les variations de résistance de l'organisme, on emploie un courant très intense à travers une grande résistance. — M. R. Blanchard a cherché à faire l'hélmintologie des singes anthropoïdes; il a trouvé pour les cestodes trois espèces, chez le chimpanzé et l'orang-outang; toutes trois sont analogues à celles des herbivores, leurs œufs sont pourvus de l'appareil piriforme. — M. Abelous a étudié les ferments digestifs contenus dans les œufs des crustacés décapodes; les extraits par l'eau ou la glycérine jouissent de la propriété de saccharifier l'amidon, de peptoniser la fibrine, d'émulsionner les huiles, enfin d'invertir la saccharose; on ne trouve les ferments en quantité notable que dans les œufs mûrs. — M. Echsner de Coninck étudiant l'action physiologique de sa ptomaine en C⁵H¹¹Az a reconnu qu'elle est paralysante à petite dose, puis convulsivante. — M. Houssay: Sur la métamérie du Vertébré. (Voir C. R., 27 avril.)

Séance du 2 mai

M. d'Arsonval a recherché ce que devient l'action physiologique des courants alternatifs quand la fréquence des renversements varie, le travail absorbé sous forme d'énergie électrique par l'organisme ou le tissu en expérience restant constant; les phénomènes d'excitation neuro-musculaire vont en croissant à mesure que la fréquence augmente, jusqu'à 2,500 ou 3,000 vibrations par seconde et décroissent ensuite. Le nerf et le muscle deviennent tout à fait insensibles aux excitations électriques extrêmement fréquentes, comme celles que donne un vibreur de Hertz dont la période est de moins d'un billionième de seconde. — M. d'Arsonval montre que pour l'application médicale des courants continus, il faut tenir compte non seulement de l'intensité du courant, mais encore de sa force électro-motrice, un courant à fort voltage dont l'intensité est réduite à quelques milliampères par une grande résistance reste très douloureuse. L'explication du fait doit être cherchée dans les phénomènes électrolytiques qui ont lieu sur l'eau, les sels et les diverses substances de l'organisme. — M. Laborde présente deux grenouilles chez lesquelles une excitation quelconque provoque une attaque complète d'épilepsie; cet état a été produit chez l'une par la piqure des corps testiformes, chez l'autre, par l'ablation d'une partie du cerveau. — M. Morau a inoculé en série avec succès constant à des souris blanches une tumeur épithéliale développée spontanément sur un animal de cette espèce. — M. Ed. Retterer a étudié la formation du vagin chez la femme; le sinus urogénital se cloisonne de haut en bas à partir du point d'abouchement des canaux de Müller par deux replis latéraux se rejoignant vers la ligne médiane. — M. Ch. Cornevin a constaté que les *Cephalotaxus* sont toxiques à la manière de l'if ordinaire, mais à doses plus élevées. — M. H. de Varigny a reconnu que le camphre, loin de favoriser la germination, l'entrave et peut même l'empêcher complètement. — MM. Cadéac et Meunier ont fait de nouvelles expériences pour démontrer les propriétés épileptisantes de l'essence de fenouil. — M. Combemale ayant reconnu que l'injection de bleu de méthylène provoque toujours la formation de méthémoglobine dans le sang, pense que c'est à cette méthémoglobine qu'il faut rapporter l'anesthésie observée après ces injections. — MM. Gilbert et Girodet ont reproduit chez le cochon d'Inde la fièvre typhoïde type, avec ulcération des plaques de Peyer, par injection intra-veineuse, intra-péritonéale ou même sous-cutanée de culture du bacille d'Eberth. — M. G. Grigorescu signale la glycérine comme analgésique à employer contre les brûlures.

L. LAPICQUE.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 1^{er} mai 1891.

M. Gailletet présente un appareil destiné à produire dans une enceinte de dimensions notables une très basse température et permettant de la maintenir aussi longtemps qu'on le veut. L'appareil qui a reçu le nom de *cryogène*, se compose d'un vase métallique à double paroi, d'environ trois litres de capacité, et dont l'espace annulaire forme une chambre fermée, munie seulement de deux orifices. L'un permet d'établir la communication avec l'extérieur, l'autre est relié à un long serpent enroulé à l'intérieur du vase. Le serpent communique avec un réservoir d'acide carbonique liquide. Lorsqu'on ouvre le robinet, l'acide carbonique se détend successivement dans le serpent, puis dans la boîte annulaire avant de s'échapper au dehors et produit un abaissement de température considérable. Un dispositif simple et ingénieux permet de faire disparaître rapidement les bouchons de neige carbonique qui obstruent fréquemment les tubes. Si l'on remplit d'alcool le vase métallique, on parvient au bout d'un

quart d'heure à amener ce liquide à une température de -75° . — M. Pellat expose le résultat des délicates recherches qu'il poursuit depuis quatre années sur la détermination du rapport v de Maxwell entre l'unité électromagnétique et l'unité électrostatique d'électricité. Ce rapport étant le même que celui des nombres qui expriment une même différence de potentiel dans les deux systèmes d'unités, c'est ce dernier que l'auteur a mesuré. La différence de potentiel choisie est celle que présentent les deux extrémités d'une grande résistance, constituée par un ou deux mégohms et parcourue par le courant d'une pile de plusieurs centaines de petits éléments. La mesure en unités électrostatiques est faite avec l'électromètre absolu de Sir W. Thomson. Pendant les mesures, on assure la constance du courant de la pile en opposant cette différence de potentiel (ou plutôt, pour des raisons de sensibilité, une fraction comme le dixième ou le vingtième) à celle d'une pile de treize éléments Latimer Clark, et on compense à chaque instant en ajoutant ou retranchant une fraction d'élément de la pile principale. D'autre part la mesure en unités électromagnétiques de la force électromotrice de compensation fournit le second terme du rapport cherché. Pour cela on compare les différents Latimer Clark à l'un d'eux pris pour étalon, dont on détermine à nouveau, de temps en temps, la force électromotrice en valeur absolue. Cette mesure se fait en opposant l'élément à la différence de potentiel produite aux deux extrémités d'une résistance connue r (résistance en fil nu comparée aux étalons mercuriels de M. Benoît) par le passage d'un courant maintenu constant et dont l'intensité électromagnétique i est mesurée en valeur absolue au moyen de l'électrodynamomètre absolu créé il y a quelques années par M. Pellat, et étudié par lui en vue des expériences actuelles avec une remarquable précision. La force électromotrice e est alors égale à ir , d'après la loi de Ohm. L'auteur décrit les difficultés considérables que présente l'emploi précis de l'électromètre absolu de Sir W. Thomson et fait connaître les moyens qu'il a dû imaginer pour y remédier. Deux séries de mesures très nombreuses ont fourni des résultats remarquablement concordants; le nombre trouvé $300,9 \times 10^3$ ne diffère que de $\frac{1}{100}$ du nombre donné par M. Cornu pour la vitesse de la lumière. — M. Berget décrit l'appareil de M. Rhon pour le tracé graphique des courbes de Lissajous. Le principe géométrique est simple, la réalisation mécanique, ingénieuse. Deux couples de petites circonférences sont tangentes extérieurement à une même circonférence de plus grand rayon, aux extrémités de deux diamètres perpendiculaires. Les deux circonférences de chaque couple ont le même rayon et sont sur le même diamètre de la grande. Dans ces conditions, si dans chaque paire de circonférences on mène deux rayons parallèles et si l'on en joint les extrémités par une ligne droite, les deux droites ainsi obtenues sont perpendiculaires et le lieu de leur point d'intersection est une courbe de Lissajous. Le genre et la phase de la courbe varient avec la valeur et la position respectives des rayons des deux couples de circonférences.

Edgard HAUDIÉ.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

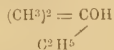
Séance du 6 mai 1891.

M. Pinguet donne quelques détails sur le procédé de fabrication de l'oxygène par la méthode de Boussingault; telle qu'elle est appliquée à Pusine de M. Brin; il indique les principales applications de l'oxygène ainsi obtenu. — M. Maumené indique à ce propos l'emploi de l'oxygène sous pression, ou même à la pression ordinaire pour la conservation des vins. — M. Garrigou a fait l'analyse de diverses eaux minérales, en opérant sur d'énormes quantités, et en prenant des précautions particulières, pour recueillir ses prises d'essai, dont le volume est de plusieurs mètres

cubes. Le résidu laissé par l'évaporation, pèse alors plusieurs kilogrammes. L'examen de ce résidu a permis à l'auteur de reconnaître la présence d'éléments métalliques qui n'y avaient pas encore été signalés; et, en particulier, il dit avoir trouvé du mercure dans les eaux d'Aulus et de Saint-Nectaire. — M. Gautier présente un travail de M. Hugouencq sur l'action que diverses substances chimiques exercent sur la fonction de la pepsine et a remarqué que beaucoup de substances entravaient la peptonisation; en particulier, la fuchsine, à la dose de quelques milligrammes, l'arrête complètement.

Séance du 8 mai 1891.

M. Tissier a obtenu l'aldéhyde triméthyléthylque $(CH_3)^3C=CHO$ fondant à $+3^{\circ}$, bouillant de 74° à 75° dans la réduction par l'amalgame de sodium, d'un mélange d'acide triméthylacétique et du chlorure correspondant, procédé qui lui a déjà fourni l'alcool triméthyléthylque $(CH_3)^3C=CH_2OH$. Il a mesuré la vitesse d'éthérification de cet alcool, et constaté que son oxydation ramène à l'acide triméthylacétique. — M. Tissier a identifié l'alcool qui a été obtenu par l'action de l'acide nitreux sur la triméthyléthylamine avec le diméthyléthylcarbinol :



— M. Hanriot rappelle qu'il a obtenu par l'action de l'hydroxylamine sur le nitrile popionyl-propionique un composé auquel il donne la formule d'un *amido-isoxazol*; il a pu faire un certain nombre de réactions qui confirment sa première manière de voir. Il décrit quelques composés nouveaux et en particulier le produit d'oxydation $(C^6H_8Az^2O)_2O$ qui est un oxyazoïque que l'hydrogénation transforme en hydrazoïque. — M. Deniges décrit un certain nombre de combinaisons qu'il a obtenues en faisant agir les sulfites métalliques sur les amines aromatiques primaires; il en a étudié la constitution et propose des formules développées qui permettent de les rapporter toutes au même type. La formation du sel double de sulfite de zinc et d'aniline est une réaction remarquablement sensible de cette base. — M. Linebarger a obtenu le benzyanthracène, le benzylhydroxanthranol et son éther diacétique; ce sont des corps solides bien cristallisés. — M. Friedel a cherché s'il était possible d'établir une relation entre la symétrie cristalline et celle de la formule chimique des composés du carbone. Dans un très grand nombre de cas, la symétrie cristalline est la même que celle de la formule ou d'un ordre supérieur, ce qui s'explique facilement. Mais il y a quelques cas où la symétrie de la formule est supérieure à celle des cristaux. M. Friedel, d'accord en cela avec M. Le Bel, pense qu'on pourrait expliquer ce fait en admettant que la molécule cristallogénique est différente de la molécule chimique et plus complexe; sa formation, au moyen de cette dernière, peut mettre en jeu les valences supplémentaires, dont nous ignorons complètement la distribution, mais qui ne permettraient plus de considérer les éléments différents du carbone comme de simples points.

A. COMBES.

SOCIÉTÉ MATHÉMATIQUE DE FRANCE

Séance du 6 mai 1891.

M. Félix Lucas étend aux fonctions quelconques d'une variable imaginaire certaines propriétés qu'il a déjà obtenues pour les polynômes, et fait connaître leur interprétation physique au moyen de la théorie de l'électricité ou de celle du magnétisme. Accessoirement, il signale une formule développant la valeur du nombre π en une série très rapidement convergente. — M. Lucien Lévy montre que, seuls de toutes les surfaces, le plan et la sphère sont susceptibles d'engen-

drer des systèmes triplement orthogonaux par un déplacement dépendant d'un paramètre arbitraire. — M. d'Ocagne présente, de la part de M. R. Guimarães, une note sur une équerre cycloïdale propre à opérer la rectification des arcs de cercle et, par suite, la division des angles. — M. Raffy présente, de la part de M. Appell, une note sur les courbes brachistochrones. Ce savant géomètre montre comment la notion de ces courbes peut être la source de propriétés géométriques nouvelles, lorsqu'on substitue à la considération des arcs celle des temps employés à les parcourir. — M. Raffy indique de nouveaux cas d'intégrabilité de l'équation différentielle du premier ordre qui donne la dérivée en fonction linéaire et homogène du cube et du carré de la fonction. Maurice d'Ocagne.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 27 avril

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Mallock présente une note sur l'instabilité des tubes et des ballons de caoutchouc, distendus par un fluide. Quand un tube de caoutchouc subit la pression interne d'un fluide, il conserve sa forme cylindrique jusqu'au moment où son diamètre atteint des dimensions qui sont en un rapport déterminé avec son diamètre primitif; mais si une nouvelle quantité de fluide pénètre dans le tube, la condition du tube devient instable, et la pression interne diminue. Aussi arrive-t-il que lorsqu'on fait pénétrer dans un tube d'une longueur donnée, une plus grande quantité de fluide que celle qui suffit à le dilater jusqu'à sa limite de stabilité, il ne conserve pas dans toute sa longueur sa forme régulièrement cylindrique, mais il prend celle d'un cylindre, présentant une ou plusieurs proéminences. Dans le cas d'une sphère creuse élastique, la forme sphérique persiste, quelle que soit la quantité de liquide qu'on y introduise. Mais il y a dans les deux cas une limite à la pression que l'élasticité des parois produit à l'intérieur. Si l'épaisseur des parois du tube ou de la sphère est petite, par rapport au rayon du tube ou de la sphère, et si, d'autre part, la substance dont ces parois sont faites, peut être considérée comme incompressible, comme les autres constantes d'élasticité restent invariables pour des dilatations comme celles qui se produisent, la valeur du rayon au moment où l'instabilité commence, peut être aisément calculée; ces conditions sont approximativement réalisées dans le cas du caoutchouc, et M. Mallock a trouvé que pour un cylindre la valeur du rayon au point critique est de $18,15 v_0$, v_0 est la valeur du rayon du tube non dilaté. Le tube a alors à peu près 1,38 fois sa longueur primitive; pour la sphère la valeur du rayon au point critique est d'environ $1,73 v_0$; quelques expériences ont été faites avec des ballons et des tuyaux de caoutchouc, les résultats obtenus concordent approximativement avec la théorie.

2^{es} SCIENCES NATURELLES. — Sir Henry Roscoe et M. Joseph Lunt font une communication sur la bactériologie chimique des eaux d'égoût. Ils ont cherché à déterminer à quelles espèces appartiennent les micro-organismes qu'on y rencontre et à mettre en lumière quelques-uns de leurs caractères chimiques. Le pouvoir d'absorption pour l'oxygène libre a été déterminé pour tous les organismes décrits; on a indiqué quels sont ceux d'entre eux qui ont besoin d'oxygène libre pour vivre et se développer. Les auteurs ont examiné la capacité de développement de chacun de ces organismes dans un milieu liquide, privé de toutes traces d'oxygène libre. Ils ont montré que les organismes rigoureusement anaérobies, bien que capables de se développer dans un milieu totalement privé d'oxygène, absorbent rapidement ce gaz quand ils sont mis en contact avec lui, et préparent ainsi leur développement anaérobie. Ils ont aussi montré que certains organismes anaérobies qui liquéfient la gélatine avec une extrême rapidité, lorsqu'ils se développent dans l'air,

ne peuvent la liquéfier dans un milieu privé d'oxygène. Les organismes aérobies et anaérobies subissent une notable diminution de leur pouvoir de liquéfaction, lorsqu'ils ont été soumis à plusieurs cultures successives sur la gélatine. Les auteurs ont soigneusement photographié les aspects microscopiques et macroscopiques de ces organismes et de leurs cultures pures. Ils ont décrit d'une manière détaillée les procédés qu'ils ont employés pour cela.

Séance du 30 avril 1891.

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — Le lieutenant général R. Strachey et M. G. M. Whipple exposent les résultats des recherches qui ont été faites sur les nuages par la méthode photographique à l'Observatoire de Kew sous la direction du conseil météorologique. Ces recherches avaient pour but de déterminer la vitesse des nuages aux diverses hauteurs et les hauteurs maxima qu'ils peuvent atteindre. (On sait qu'ils affectent alors la forme de cirrus). Dans l'une des méthodes employées on se sert de deux appareils photographiques munis de théodolites et de cercles pour mesurer les azimuts et les hauteurs. Les deux appareils sont placés sur des piédestaux situés aux deux extrémités d'une base longue de 731^m 50; les châssis qui portent les plaques sensibilisées sont munis de glaces sur lesquelles on a tracé des lignes se coupant en croix indiquant la direction des axes optiques. Une communication électrique était établie entre les observateurs placés aux deux extrémités de la base. Pour déterminer la hauteur d'un nuage et sa vitesse, un des observateurs dirigeait son objectif sur le nuage et notait l'azimut et la hauteur; il prévenait alors l'autre observateur pour qu'il dirigeât son objectif vers un point situé dans le même azimut à la même hauteur; quand cela était fait, il exposait simultanément les deux plaques à la lumière au moyen d'un appareil électrique adapté aux obturateurs des deux objectifs. Les châssis étaient alors rapidement enlevés et remplacés par d'autres, de manière à pouvoir obtenir une seconde épreuve du même nuage 16 ou 17 secondes après la première. Les deux observateurs notaient soigneusement les temps. La mesure des photographies ainsi obtenues, permettait de déterminer la hauteur d'un point du nuage par une formule trigonométrique ordinaire. La direction et la vitesse du mouvement étaient déterminées par la comparaison des premières photographies avec les secondes. Après de nombreux essais on s'aperçut que les angles étaient souvent si petits, que les résultats obtenus méritaient peu de confiance; aussi décida-t-on en 1890 d'avoir recours à une autre méthode. On place les appareils photographiques de manière à ce que les axes optiques soient dirigés vers le zénith et l'on photographie les nuages qui traversent le champ visuel. On peut montrer que si on superpose deux photographies faites en même temps aux deux extrémités de la base de telle sorte que les contours des nuages coïncident, la ligne qui joint les intersections des lignes (cross-lines) tracées sur la glace, qui ont été photographiées avec le nuage, reproduit en grandeur et en direction la ligne qui joint les zéniths des deux extrémités de la base, c'est-à-dire, la base elle-même. Si donc on fait coïncider les lignes qui se coupent en croix, la distance de deux points sur les photographies sera la mesure de la parallaxe ou angle sous-tendu par la base en ces points. De même si l'on superpose deux photographies prises du même point à un certain intervalle de temps de telle sorte que les contours des nuages concordent, la ligne qui joint les intersections des lignes en croix représentera en grandeur et en direction le mouvement du nuage, dont la vitesse peut être aisément calculée. Cinq ou six points ont été choisis dans chaque photographie et les mesures nécessaires ont été faites. Les résultats obtenus par cette méthode montrent que les points observés dans les nuages avaient des hauteurs variant de 1,29 à 8,39 milles et que les vitesses variaient de

5,30 à 64,61 milles à l'heure. Ces valeurs ne sont pas données comme très exactes, car en raison de la nature de la surface des nuages il y a place pour une erreur probable considérable. Ces recherches ont néanmoins une fort grande importance et leurs résultats ultérieurs doivent être attendus avec grand intérêt. — M. J. Andrews présente une troisième note sur l'état passif du fer et de l'acier. Il a fait des expériences sur la passivité relative que contractent dans l'acide nitrique froid le fer forgé et les divers aciers (acier fondu doux, acier fondu trempé, acier Bessemer doux, acier Bessemer trempé, acier Siemens doux, acier Siemens trempé). D'une manière générale, ces expériences montrent que le fer forgé est électropositif par rapport aux aciers et qu'il peut se développer entre eux une force électro-motrice considérable qui peut se monter en certains cas jusqu'à $1/10$ ou $1/7$ de volt; le fer forgé est donc beaucoup moins passif que l'acier. Ces expériences ont également établi que les aciers qui contiennent une proportion plus élevée de carbone sont plus passifs que ceux qui en contiennent une moindre proportion.

2^e SCIENCES NATURELLES. — M. A.-B. Maccallum fait une communication sur une méthode micro-chimique pour déceler la présence du fer dans la chromatine. Il emploie comme réactif du sulfure d'ammonium; il a retrouvé le fer dans la chromatine des noyaux d'un très grand nombre d'espèces de cellules durcies dans l'alcool. Il semble probable, d'après ses observations, que la chromatine de toutes les cellules comprend du fer parmi ses éléments constitutifs.

Richard A. GREGORY.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 17 avril 1891.

M. S. P. Thompson fait une communication sur « une propriété des shunts magnétiques ». Il cite plusieurs exemples où le shunt magnétique est employé, et en particulier, le relai de d'Arlaincourt.

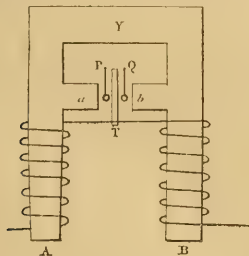


Fig. 1.

(Voy. fig. 1). La languette polarisée T peut osciller entre deux pièces a et b, implantées perpendiculairement sur les deux branches d'un électro-aimant A Y B; et elle a ainsi une action plus rapide que dans la disposition ordinaire des relais. Cela tient à ce qu'au moment où l'on excite l'électro-aimant en y lançant le courant, la plus grande partie des lignes de force magnétiques passent par la culasse Y; un petit nombre seulement sautent de a en b, et la languette vient s'appuyer sur le contact P. Quand on supprime le courant, le magnétisme disparaît beaucoup plus vite en A et B que dans la culasse Y; et par suite la direction du champ entre a et b est renversée et la languette vient appuyer contre le ressort Q. Répondant à une question de M. Blakesley, M. Thompson explique qu'en réunissant par une autre culasse en fer les pôles A et B, on neutralise l'effet qu'on cherche à

obtenir. Le Président rappelle que dans l'Inde, on se sert de bobines d'induction pour shunter les relais ordinaires, afin d'avoir une action plus rapide, et éviter dans les signaux, la confusion qui résulterait de la capacité électrostatique des longues lignes. — « Sur une machine à influence à courants alternatifs » par M. James Wimshurst. Cette machine consiste en un disque de verre verni, avec ou sans secteurs métalliques, tournant autour d'un axe à l'intérieur d'un cadre de bois carré établi dans le plan du disque. Le cadre porte quatre plateaux de verre carrés, échancrés à l'un des coins de manière à laisser passer l'axe du disque. Ils sont placés aux quatre coins du cadre, alternativement de part et d'autre du disque de verre, qui tourne entre eux. Il y a ainsi deux plateaux d'un côté du disque aux extrémités opposées d'une diagonale du cadre et deux de l'autre côté, aux bouts de l'autre diagonale. Des secteurs en feuilles d'étain fixés sur le côté extérieur de ces plateaux agissent comme inducteurs, et des balais de fils métalliques reliés avec ces secteurs viennent toucher le disque à 90° environ en arrière du centre de l'inducteur correspondant. La machine donne des étincelles, mais ne charge pas une bouteille de Leyde, ce qui prouve qu'elle donne alternativement de l'électricité positive et négative, comme il est facile de s'en convaincre d'ailleurs au moyen de l'électroscope. En éloignant deux des inducteurs et plaçant une baguette isolante portant les balais collecteurs à ses extrémités suivant un diamètre du disque, on a une machine donnant toujours de l'électricité de même nom. M. S. P. Thompson félicite l'auteur de la très intéressante machine qu'il présente à la Société, et qui est bien faite pour déconcerter au premier abord. Il demande si la machine marche quand on change le sens de la rotation, et si tous les quatre inducteurs sont électrisés de même nom au même moment. M. Wimshurst répond que la machine ne pourrait marcher en changeant le sens de la rotation, à moins de changer aussi la direction des branches qui portent les balais; mais elle marcherait comme machine à courant continu en supprimant deux inducteurs. — M. S. P. Thompson. Sur les prismes à réflexion totale pour lanternes de projection, et sur une nouvelle forme de prisme à réflexion totale, due à M. Ahrens.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 2 avril 1891.

M. J. T. Hewitt. *Citracon-fluorescéine*. L'auteur a obtenu la fluorescéine correspondant à l'anhydride citraconique, en faisant agir sur ce corps la résorcine en présence de l'acide sulfurique. — M. C. T. Sprague. *Thio-acétylacétate d'éthyle*. Les expériences de M. Sprague tendent à confirmer la formule adoptée par Bucka S ($\text{CH}_3\text{C}^{12}\text{H}_3\text{O}_2\text{CO}_2\text{C}^{12}\text{H}_5$)². — M. Henry Armstrong. *La fonction du chlore dans les acides chlorés et en particulier dans le chlorure de sulfuryle*. — MM. Cross et Bevan. *Action de l'acide nitrique sur les ligno-celluloses*.

Séance du 16 avril 1891.

M. H. Gordon. *Etude sur la formation des dérivés substitués*. Armstrong a montré que le parabromodithionitrophénol chauffé avec du brome se changeait en orthobromo-orthoparadinitrophénol. L'auteur étudie un certain nombre de cas analogues. — M. Alfred Chapman. *Combinaisons de la dextrose avec les oxydes de nickel, de chrome et de fer*. L'auteur a obtenu les composés suivants. $\text{C}^{12}\text{H}^{12}\text{O}_6$, $2\text{NiO} + 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{C}^{12}\text{H}^{12}\text{O}_6$, $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$, $2\text{C}^{12}\text{H}^{12}\text{O}_6$, $3\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$. — M. G. Harrow. *Méthode rapide de dosage des nitrates dans l'eau potable*. Méthode colorimétrique. — M. Francis Japp. *Le Gravimètre*. Notre préliminaire sur un appareil au moyen duquel on déduit directement le poids d'un gaz de l'observation de son volume. — MM. Cain et Cohen. *Action de l'acide acétique sur la phénylthiocarbimide*. — M. Hughes. *Action du chlorure d'aluminium sur les chlorures d'acides aromatiques*.

¹ Journal of the Society of Telegraph Engineers and Electricians, t. IV^e.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 24 avril 1891.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. D. Bierens de Haan présente sa « Bibliographie de l'histoire des sciences mathématiques aux Pays-Bas » (Bibliotheca mathematica de M. G. Eneström, Nouvelle série, t. V, p. 13-23).

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. D. Van der Waals s'occupe de nouveau de la formule de la dissociation électrolytique des dissolutions des sels (voir la *Revue* du 30 avril 1891, page 281). Il remarque que la détermination expérimentale du paramètre mène à des résultats qui ne s'accordent pas avec ceux de la formule, si l'on joint à elle la relation

$$y^2 = C(x - y)(v - b)$$

de M. Ostwald. A l'aide de la différentiation par rapport à y de la forme ϕ pour le mélange de $1-x$ molécules d'eau, de $x-y$ molécules de sels et de y molécules de chacun des deux ions composants, il trouve

$$\log \frac{y^2}{(x-y)(v-b)} = \log C' - \frac{E_3 + E_1 - E_2 - \frac{1}{v} \frac{da}{dy}}{\text{MRT}}$$

qui fait retomber sur la formule de M. Ostwald, si l'on suppose $\frac{da}{dy} = 0$. Dans cette équation E_3 , E_1 , E_2 , représentent les énergies à distance infinie des molécules de sel et des molécules des deux ions. Si $a_{i,k}$ représente le coefficient d'attraction des matières m_i et m_k l'une sur l'autre, l'expression a prend la forme symbolique :

$$[a_1(1-x) + a_2(x-y) + (a_3+a_4)y]^2,$$

où le produit $a_i a_k$ est à remplacer par $a_{i,k}$. Ainsi une première approximation donne

$$\frac{da}{dy} = 2(a_{1,3} + a_{1,4} - a_{1,2})$$

et beaucoup de considérations s'opposent à ce que la somme entre parenthèse soit nulle : d'abord les résultats de M. Arrhénius par rapport à la quantité de chaleur qui se dégage ou qui est absorbée, ensuite la remarque que l'annulation fait disparaître tout à fait l'influence spécifique de la matière dissolvante, enfin les phénomènes de la conductibilité, etc.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. B. J. Stokvis présente la thèse du Dr J. Sasse : « Sur des crânes de Zélande » (over Zeemdsche schedels).

SCHOUTE,
Membre de l'Académie.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

(Depuis la dernière séance, dont la *Revue* a rendu compte¹, l'Académie n'a reçu que des présentations de mémoires et de livres divers.)

Séance du 12 mars 1891.

SCIENCES PHYSIQUES. — M. Landolt présente un travail de M. Hans Jahn sur la rotation électromagnétique du plan de polarisation dans des liquides et surtout dans des solutions salines. Après avoir prouvé par des expériences préliminaires que la rotation spécifique des liquides ne change pas notablement quand on dissout ces derniers et qu'elle est la même indépendamment de la composition chimique du dissolvant, M. Jahn a déterminé la rotation moléculaire c'est-à-dire le produit de la rotation spécifique par le poids moléculaire des différents sels dissous. La rotation

moléculaire de l'eau est prise pour unité. Les résultats sont :

Acide chlorhydrique.....	1.67
Chlorure de lithium.....	4.61
— sodium.....	5.36
— potassium.....	5.66
— calcium.....	9.39 = 2× 4.695
— strontium.....	9.71 = 2× 4.855
— baryum.....	10.09 = 2× 5.047
— cadmium.....	11.78 = 2× 5.89
— manganèse.....	9.04 = 2× 4.52
Sulfate de lithium.....	2.27
— sodium.....	3.54
— potassium.....	3.57
— baryum.....	1.83
— cadmium.....	5.17
— manganèse.....	2.28
Bromure de sodium.....	9.19
— potassium.....	9.36
— calcium.....	17.605 = 2× 8.803
— strontium.....	18.163 = 2× 9.082
— baryum.....	18.54 = 2× 9.27
— cadmium.....	19.70 = 2× 9.85
Iodure de sodium.....	18.46
— potassium.....	18.95
— cadmium.....	40.89 = 2× 20.445
Nitrate de sodium.....	1.37
— potassium.....	4.35
Carbonate de sodium.....	3.53
— potassium.....	3.55

Ces nombres prouvent que les rotations rapportées à des quantités équivalentes ne diffèrent pas trop entre elles aussi longtemps que les sels contiennent le même élément ou le même groupe électro-négatif. Les bromures ont à peu près la rotation double, les iodures, la rotation quadruple de celle des chlorures. En outre ces résultats font ressortir que la rotation électromagnétique est une des qualités additives des sels, puisque la différence entre la rotation des sels contenant les mêmes métaux, mais des éléments ou des groupes électro-négatifs différents, reste la même quelle que soit la nature des métaux. Entre les composés organiques et inorganiques il y a la différence fondamentale que les dites différences des rotations sont pour les premiers beaucoup plus petites que pour les derniers. La différence par exemple entre les bromures et les iodures est pour les composés organiques à peu près la moitié de celle qu'on trouve pour les composés inorganiques. Pour la différence entre les nitrates et les chlorures on trouve même pour les sels le quadruple de celle que Perkin et Jahn ont trouvée pour les composés organiques. M. Ostwald a voulu expliquer cette différence par la dissociation électrolytique que subissent les sels dissous. Mais cette manière de voir n'expliquerait que la différence double tandis que la différence quadruple pour les chlorures et les nitrates resterait incompréhensible. Du reste l'état de dissociation électrolytique ne paraît pas trop influer sur la rotation électromagnétique, puisque M. Jahn a trouvé que le chlorure, le bromure, l'iodure de cadmium et le chlorure de strontium ont la même rotation électromagnétique que ces sels soient dissous dans l'eau ou dans l'alcool absolu. Puisque les solutions alcooliques ont une conductibilité moindre que les dissolutions aqueuses et que Rault a prouvé en outre pour une série de sels dissous dans l'alcool que la dépression de la tension des vapeurs est normale, ces sels ne peuvent être dissociés qu'en quantités restreintes. L'identité des rotations électromagnétiques prouve donc que la dissociation électrolytique est sans influence et que la théorie d'Ostwald pour l'explication des différences entre les sels et les composés organiques est insoutenable. Enfin M. Jahn s'est occupé de la formule d'Airy qui donne la rotation électromagnétique comme fonction de la longueur d'onde de

¹ Voyez à ce sujet t. I, p. 794.

la lumière employée et du pouvoir réfracteur des liquides. D'après cette formule la rotation est

$$w = \frac{4\pi n^2}{v\lambda^2} m \left(n - \lambda \frac{dn}{d\lambda} \right)$$

si n donne le coefficient de réfraction, v la vitesse de la lumière dans le vide, λ la longueur d'onde de la lumière employée et m un coefficient dépendant de la nature chimique du liquide et proportionnel à la composante de la force magnétique parallèle à la direction du rayon lumineux. D'après M. Jahn, ce facteur m est approximativement égal au magnétisme spécifique des composés de la série aliphatique. Pour la benzène et le sulfure de carbone la quantité m est approximativement le double du magnétisme spécifique.

Séance du 2 avril 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Kronecker présente un travail sur la relation de Legendre.

2^{de} SCIENCES NATURELLES. — M. Schulze présente un manuscrit de M. Maas sur les Méduses Craspédotes de l'expédition du Planton.

Séance du 9 avril 1891.

M. Kronecker. Suite de la lecture « sur la relation de Legendre ».

Dr HANS JAHN.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE BERLIN

Séance du 10 avril 1891.

M. Dziobek discute la possibilité de déterminer par l'expérience les quotients différentiels de second ordre du potentiel de la gravitation pris d'après les coordonnées d'un point se trouvant sur ou au-dessus de la surface terrestre. Si l'on ajoute au potentiel de la gravitation des membres qui sont du deuxième degré relativement aux coordonnées il faut ajouter six constantes dont une seulement est déterminée jusqu'à présent par les expériences de M. Thiessen. La détermination des autres se réduit au développement de quatre différences. M. Dziobek croit qu'il serait possible de déterminer ces constantes à l'aide de la balance de Cavendish. — M. Koenig énonce des doutes sur la possibilité de l'exécution des expériences proposées, vu les perturbations difficiles à éliminer que causerait la présence des masses voisines. — M. H. W. Vogel présente une photographie du spectre solaire exécutée par M. Lippmann et y ajoute la remarque que M. W. Zenker a déjà prouvé depuis longtemps la possibilité de la chromophotographie. Il croit que l'avantage essentiel du procédé de M. Lippmann est l'usage du bromure d'argent pur au lieu du chlorure d'argent bruni par la lumière que ses prédécesseurs ont employé. Le premier sel se dissout intégralement dans l'amoniak et l'hyposulfite de soude, tandis que le second laisse un résidu d'argent en poudre fine qui détruit les couches avec le temps. — M. H. W. Vogel discute ensuite les méthodes photométriques basées sur la photographie. Les plaques sensibilisées réagissent sur un plus grand nombre de rayons que le gaz fulminant au chlore et le papier photographique. Ce n'est que pour les rayons verts qu'on ne possède pas encore un moyen d'absorption. M. Vogel propose de faire passer les rayons lumineux par des couches de papier diaphane et de déterminer l'épaisseur des couches au travers desquelles les rayons donnent exactement encore un effet chimique.

Séance du 24 avril 1891.

M. Wien présente une recherche de M. Descoudré sur un changement apparent de la résistance du mercure dans un champ magnétique. Si un conducteur parcouru par un courant se trouve dans un champ magnétique, les rotations des molécules peuvent survenir dans tous les endroits où la force magnétique ne coïncide pas avec les lignes de force des courants. Ces

rotations doivent causer des changements de résistance qu'on peut rendre visible en se servant, comme conducteur, de mercure, enfermé dans des tubes qu'on arrange comme les conducteurs d'un pont de Wheatstone. M. Wien fait ressortir l'analogie de ce phénomène avec celui qu'ont observé MM. Drude et Nernst pour le phénomène de Hall dans le bismuth liquide. — M. Raoul Pictet donne une description de son laboratoire installé à Berlin pour des expériences à de très basses températures. On condense un mélange d'acide carbonique et d'acide sulfureux qui donne, par sa dilatation dans le vide, un froid de 80 à 83°. Le mélange se trouve dans un tube de dix centimètres de diamètre qui est enveloppé d'un autre tube long de 3 mètres et d'un diamètre de 18 centimètres. Le dernier tube contient les substances qu'on veut exposer au froid. Le tout est enveloppé de coton. Pour obtenir des températures plus basses encore, on se sert du protoxyde d'azote tout à fait sec qu'on refroidit d'abord à 60 degrés et qu'on liquéfie ensuite par une pression de 12 à 14 atmosphères. Ce liquide donne par son évaporation dans le vide une température de — 130°. Pour préparer de l'air atmosphérique liquide en plus grandes quantités, on le comprime après une dessiccation complète par une pression de 200 atmosphères dans un tube refroidi à — 130°. La température s'abaisse à — 200°, et en ouvrant le tube l'air sort sous forme de jet bléâtre. À l'aide de ses appareils M. Pictet a préparé sur la proposition de M. Liebreich du chloroforme tout à fait pur par des cristallisations fractionnées à — 100°. Le mercure refroidi lentement est obtenu en beaux cristaux.

Séance du 8 mai 1891.

M. Börnstein présente un appareil de MM. Elster et Geitel qui sert à démontrer l'influence de la lumière sur des charges électriques. L'appareil se compose d'une boule en verre évacuée et munie de deux électrodes en platine dont l'une est couverte de sodium métallique fondu. Si l'on joint l'électrode qui se trouve au-dessous du métal fondu au pôle négatif, l'autre au pôle positif d'une pile de Zamboni et à un électroscope à feuilles d'aluminium, les deux feuilles s'écartent l'une de l'autre mais retombent immédiatement dès qu'on fait tomber sur le métal fondu un rayon de lumière intense comme la lumière électrique ou la lumière de magnésium.

Dr HANS JAHN.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 23 avril 1891

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Emil Waelsoch, de Prague : Sur une représentation géométrique des formes linéaires. — M. J. Popp, de Deutsche-Giesshübl (Bohème) : Solution complète du problème imaginaire. — M. W. Wirtinger : Sur les fonctions qui satisfont à certaines équations fonctionnelles. — M. Friedrich Bidschof communique un travail de M. W. R. Brooks sur la détermination de la trajectoire de la comète 1890 II, par lui découverte à Genève le 19 mars 1890, et observée depuis plus d'un an : l'auteur donne six éléments de son orbite.

2^{de} SCIENCES PHYSIQUES. — M. Gustav Jäger : Sur la loi de la tension superficielle des dissolutions. — M. Puluj, de Prague : Sur les forces électromotrices périodiquement variables, qui agissent dans un conducteur ayant une selfinduction, dans une seule direction. Il étudie par le calcul les lois du courant électrique dans un conducteur qui a une selfinduction, quand la force électromotrice extérieure est une fonction du temps de la forme du carré d'un sinus, et qu'elle n'envoie des impulsions que dans une direction unique. Le résultat est que la force électromotrice variant entre zéro et un certain maximum, l'intensité du courant momentané induit est toujours différente de zéro et oscille entre un minimum et un maximum. L'intensité moyenne est

indépendante de la selfinduction du conducteur. L'auteur donne les expressions du carré moyen de l'intensité et du travail dépensé dans le circuit. Des formules on peut déduire que ces quantités dépendent de la variation de la phase et satisfont à la loi de la superposition des actions de deux forces électromotrices composantes. Pour conclure, il fait ressortir l'analogie entre ce problème et celui du mouvement d'une roue pesante sous l'action d'une série d'impulsions mécaniques successives. — M. Stéfan : Sur la détermination de la vitesse de l'électricité, de Wheatstone. Dans un mémoire « sur le mouvement de l'électricité dans les fils » Kirchhoff a montré, en 1857, que l'électricité se propage par ondes dans les fils minces, sous certaines conditions, et avec une vitesse qui est précisément égale à celle de la lumière. Les calculs de Kirchhoff ne s'appliquent qu'à des fils rectilignes. Si l'on applique les mêmes méthodes auecas d'un fil enroulé en spirale, en faisant des zigzags, on trouve que l'électricité se propage dans un pareil fil avec une vitesse bien supérieure. Or Wheatstone a, dans des expériences bien connues, montré que la vitesse de l'électricité dans un fil enroulé en vingt tours était une fois et demie celle

de la lumière. M. Stéfan pense avoir donné dans ce qui précède l'explication de ce résultat. L'auteur a toutefois tenu à soumettre le résultat à l'expérience en employant la méthode de Hertz, qui consiste à produire des ondes électriques stationnaires dans les fils. M. Stéfan a eu recours à un fil conducteur semblable à celui qu'employait Wheatstone, et comparé la longueur d'une onde dans ce circuit avec la longueur de la même onde dans un fil rectiligne. La longueur dans le conducteur enroulé est plus grande que dans le fil rectiligne et jusqu'ici, d'après les expériences de l'auteur, le rapport est encore plus grand que dans les expériences de Wheatstone. — M. Franz V. Hemmelmayr de Prague : Sur l'oxydation de l'alcoolate de soude par l'oxygène de l'air.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. Claus présente un mémoire de M. Rudolf intitulé : Recherches comparatives sur les mandibules des thysanours et des Collembola. — M. Wiesner présente un travail de M. Profits : Recherches d'anatomie comparée sur les organes de la végétation des kerriées, des spirées et des potentillées.

Emile WEYR,

Membre de l'Académie.

NOUVELLES

LA GUÉRISON DE LA TUBERCULOSE CHIRURGICALE PAR LE P^r LANNELONGUE

Paris, 13 mai 1891.

Bien avant que le D^r Koch eût déclaré avoir trouvé un remède contre la tuberculose, médecins et physiologistes, s'inspirant des travaux de Pasteur, s'appliquaient à découvrir un procédé curatif, ou tout au moins préventif, de cette maladie. Le succès, bruyamment annoncé, du célèbre bactériologiste de Berlin a pendant quelque temps découragé les chercheurs. Ils se sont remis à l'œuvre depuis que les effets de la fameuse « lympho » ont été jugés par l'expérience.

L'un d'eux, le Professeur Lannelongue, qui poursuit, comme on sait, depuis longues années l'étude de la tuberculose chirurgicale chez les enfants, vient de mettre en pratique, pour essayer de la guérir, une méthode conçue par lui depuis un an. Eprouvée dans son service à l'hôpital Trousseau, avec le concours du D^r Achard, cette méthode a conduit à des résultats tellement remarquables qu'elle attire déjà la curiosité du monde médical avant d'avoir été publiée. Animé de l'esprit scientifique le plus élevé, M. Lannelongue tient, en effet, à ne présenter sa découverte aux corps savants qu'après l'avoir assise sur des bases inébranlables. Mais, bien qu'il se soit contenté de déposer un pli cacheté à ce sujet, ne voulant parler de son procédé qu'après avoir accumulé les preuves et constaté le maintien prolongé de la guérison, ses collègues de la Faculté de Médecine et des hôpitaux se rendent depuis quelques jours dans son service pour apprécier les résultats obtenus. Nous y sommes allé ce matin et nous y avons rencontré le Professeur Brouardel, le Professeur Bouchard, le D^r Spiess, de Genève, les D^{rs} Perrier, Jalaguier et quelques autres médecins et chirurgiens.

Heureux de soumettre à l'examen compétent de ces savants les faits acquis, M. Lannelongue leur a montré tout une série de jeunes sujets atteints de diverses formes de tuberculose chirurgicale et récemment traités. Le traitement consiste dans l'inoculation de quelques gouttes d'un liquide dont M. Lannelongue fera connaître la composition dès qu'il exposerà sa découverte. La modification des tissus, consécutive à cette injection, est très rapide : elle s'opère en quelques jours.

Nous avons vu des lupus, des abcès costaux, des tumeurs blanches du genou et du cou-de-pied, un spina ventosa, etc. Parmi toutes ces affections, la plus intéressante encore, au point de vue théorique, du moins pour ce qui concerne l'art de guérir, est indubitable-

ment la tumeur blanche. On sait que l'arthrite fongueuse n'est pas une affection qui évolue nécessairement vers un terme fatal ; mais la guérison, lorsqu'elle se produit, ne manque pas de se faire longtemps attendre ; des fistules osseuses s'ouvrent et se referment tour à tour, des abcès multiples se forment, des séquestres demandent à être éliminés, et, si la terminaison heureuse survient après, c'est au prix de la transformation fibreuse des tissus fongueux et d'une notable raideur ou même de l'ankylose complète de l'articulation. Si nous rappelons cette évolution naturelle bien connue, c'est que les phénomènes que nous avons observés sous l'influence du traitement paraissent surtout en différer quant à la rapidité de leur détermination. A la suite des injections à la seringue de Pravaz du liquide curatif *loco dolente*, il se forme en effet un départ rapide entre ce qui doit subir la bonne évolution, c'est-à-dire la transformation fibreuse, et ce qui est déjà trop profondément altéré pour pouvoir disparaître autrement que par élimination totale. En quelques jours, presque en quelques heures, les abcès se forment, les séquestres deviennent manifestes et appellent l'intervention chirurgicale. Simultanément le vif des fongosités réorganise un tissu fibreux, et l'arthrite marche vers une guérison heureuse qui diffère encore de la guérison naturelle par son extrême rapidité.

C'est là un résultat d'une telle portée qu'il serait superflu d'y insister. Si le traitement est absolument spécifique, on pourra sans doute l'appliquer à la tuberculose pulmonaire. Mais même s'il restait limité à ces formes, en quelque sorte externes, de la tuberculose qui réclament l'intervention du chirurgien, il ne laisserait pas que de constituer l'une des plus belles découvertes de notre temps.

L'intention formelle de M. Lannelongue étant de ne rien publier avant la terminaison complète de ses recherches, on ne pourra juger pleinement la nouvelle méthode que dans plusieurs semaines, et nous ne saurions entrer dans plus de détails sans courir risque de substituer notre impression personnelle et nos vues propres à celles de l'éminent inventeur ; il se réserve de faire connaître en temps opportun la voie qu'il a suivie dans ses recherches, les effets physio-pathologiques du remède et son mode d'action ; l'aperçu que nous en avons donné sous notre responsabilité demandera peut-être alors certaines modifications.

LOUIS OLIVIER,

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LES SYSTÈMES DE TÉLÉGRAPHIE HARMONIQUE

Les origines de la télégraphie harmonique sont aussi reculées que l'origine de la télégraphie électrique elle-même. Dès 1837, Page et Henry, physiciens américains, constataient qu'en envoyant un courant interrompu et rétabli rapidement dans un fil en hélice entourant une tige de fer, on parvenait à faire rendre un son à cette tige. Plus tard, de La Rive reconnut que ces sons pouvaient être obtenus en faisant passer le courant dans la lame elle-même.

Ces appareils renfermaient le germe de la télégraphie harmonique; mais le but de ces savants était d'arriver à transmettre la parole à distance et Reis, en 1861, présenta à la Société de Physique de Francfort, sous le nom de téléphone, un appareil qui, quoiqu'incapable de reproduire nettement la parole, permettait de transmettre à distance des vibrations musicales au moyen de courants galvaniques.

Avant lui, en 1860, M. l'abbé de Laborde avait présenté à l'Académie des Sciences une note où il décrivait un système destiné à reproduire des sons déterminés à distance. C'est le premier dispositif de télégraphie harmonique qui ait été mentionné. L'examen de la figure 1 suffit à en faire comprendre le fonctionnement.

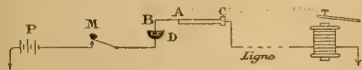


Fig. 1.

Une lame métallique AC encastrée à une de ses extrémités et à laquelle est soudé un fil de cuivre AB, est mise en vibration de telle sorte que l'extrémité de ce fil plonge dans le mercure du godet D et

en sorte alternativement. Ce godet métallique peut être mis en communication avec une pile P au moyen de la clef M. Au poste receleur, le fil de ligne est attaché à l'une des bornes d'un électro-aimant, dont l'autre borne communique avec la terre; l'armature de cet électro-aimant est constituée par une tige élastique de fer doux. Cette tige, étant accordée avec la lame du poste de départ, vibrera en même temps qu'elle, dès que le courant traversera la ligne. Dans le cas où l'accord n'existerait pas, la tige resterait à peu près immobile. Dans ses expériences M. l'abbé de Laborde avait tout d'abord adopté les notes ut, ré, mi, fa, sol, la, pour les 6 lames interruptrices du poste transmetteur; mais il rencontra de telles difficultés dans l'établissement de l'accord des diapacons entre eux, qu'il préféra employer les notes de l'accord parfait ut, mi, sol.

Vers 1863, un télégraphiste français, M. Coincy, eut l'idée d'appliquer les propriétés harmoniques des lames vibrantes à un *Rappel général* des bureaux embrochés sur une même ligne sans déranger les autres. Il est fondé sur le même principe que le précédent :

Le bureau principal A (fig. 2) est muni d'un commutateur qui permet d'envoyer sur la ligne le courant d'une pile à travers les interrupteurs V V' V''... etc., en nombre égal à celui des bureaux correspondants, interrupteurs dont l'armature est constituée par une lame de fer doux encastrée à un bout. Ces lames ont des dimensions différentes et donnent chacune en vibrant une note particulière. Les postes correspondants, a, b... etc., sont embrochés sur la ligne, et sont munis d'interrupteurs analogues aux précédents. Dès qu'un courant tra-

verse la ligne, a et V vibrent à l'unisson, b et V' également, mais en donnant une note différente, et ainsi de suite. En dirigeant le courant à travers un des trembleurs qui donne une note déterminée au

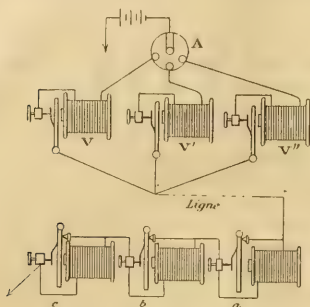


Fig. 2.

poste principal, on actionnera celui des postes embrochés dont le trembleur donne la même note. On utilisait ce mouvement pour faire agir le marteau d'une sonnerie.

En 1870, M. Varley proposa un appareil, destiné à la transmission simultanée de plusieurs dépêches par le même fil, dans lequel il utilisait le récepteur harmonique de Page. On y trouve quelques dispositions qui furent employées dans la suite par ceux qui travaillèrent cette question. La ligne pouvait servir à la transmission des dépêches au moyen d'un Morse ordinaire M (fig. 3). En un point A se

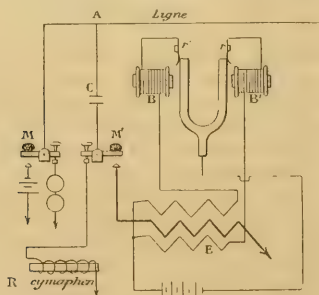


Fig. 3. — Système Varley.

trouvait en dérivation le poste phonotélégraphique, séparé de la ligne par un condensateur C. Le transmetteur était constitué par une bobine d'induction E à trois circuits dont deux primaires et un secondaire. Les deux circuits primaires communiquaient d'une part avec un pôle d'une pile dont l'autre pôle était relié à un diapason, d'autre part, avec deux ressorts r et r' à travers les bobines de deux électro-aimants B et B' qui, attirant chacun une des branches du diapason, servaient à entretenir ses

vibrations en même temps que des courants interrompus étaient envoyés alternativement dans les deux circuits primaires. Ces deux circuits ayant des enroulements inverses provoquent dans l'unique circuit secondaire, quand on manœuvre le manipulateur M', une série d'ondulations électriques en nombre égal à celui des vibrations du diapason. Ces ondulations chargent et déchargent alternativement le condensateur C, envoient sur la ligne une série de courants alternés, et, trouvant au poste d'arrivée le manipulateur M' au repos, actionnent le récepteur Page R appelé par Varley un *cymaphon*. Ce récepteur peut être une simple tige de fer entourée d'une hélice; cette tige produit un son par suite de ses aimantations et désaimantations successives.

On conçoit la possibilité d'obtenir des transmissions simultanées, car la tige ne parlera que lorsque les vibrations transmises seront en harmonie avec le son qu'elle peut donner. On trouve dans son système une idée neuve qui consiste à séparer le poste téléphonique de la ligne par un condensateur, idée qui fut reprise par Van Rysselberghe pour la télégraphie et la téléphonie simultanées. Il utilisait aussi ce fait qu'un électro-aimant peut être considéré comme opaque par rapport aux courants inverses très rapides.

Quelques années plus tard la question fut reprise, et presque simultanément MM. Elisha Gray, G. Bell, Paul Lacour inventèrent un système de télégraphie harmonique où les dépêches, transmises simultanément par des appareils électro-harmoniques, étaient triées par le synchronisme des appareils en correspondance. C'est même la recherche d'un pareil système qui a conduit Bell à la découverte du téléphone, découverte qui a fait le plus grand tort au développement de la télégraphie harmonique, car pendant quelques années l'attention a été détournée du point de vue purement télégraphique.

Système de M. Paul Lacour. — L'auteur emploie comme transmetteur un diapason D (fig. 4) entretenu

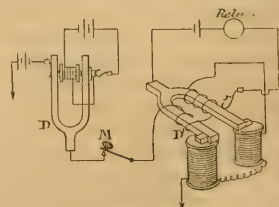


Fig. 4. — Système P. Lacour.

électriquement, qui est interposé entre la pile et le manipulateur. Le récepteur est un diapason D' en

fer doux dont les branches pénètrent à l'intérieur de deux bobines sur lesquelles est enroulé un fil de cuivre intercalé dans le circuit de ligne.

Les extrémités des branches du diapason vibrent en regard des noyaux de deux électro-aimants verticaux traversés également par le courant de la ligne et disposés de façon que ces noyaux prennent une aimantation inverse de celle du diapason. La manœuvre de la clef M fait vibrer D' à l'unisson de D. Pendant son mouvement une des branches du diapason vient au contact d'un ressort r et ferme ainsi le circuit d'une pile où se trouve embroché un relais.

On peut ainsi employer concurremment plusieurs diapasons transmetteurs sur une ligne unique, les vibrations superposées se trouvant triées à l'arrivée par les diapasons respectivement accordés avec les précédents. Une transmission Morse peut d'ailleurs être superposée à ce système sans aucun inconvénient. Ici comme dans le système Varley, on trouve cet avantage que les appareils laissent passer les courants ordinaires sans qu'il en résulte aucune perturbation; aussi les courants accidentels qui troublent les transmissions télégraphiques ont-ils ici un moindre effet. Un inconvénient sérieux résulte du fait suivant : quand le diapason récepteur sera actionné par la transmission d'un point, par exemple, il continuera à vibrer quelque temps après que la cause de son mouvement aura cessé, en raison de son inertie, et les signaux Morse pourront être altérés. M. Lacour a remédié à cet inconvénient par une modification simple.

Système Elisha Gray. — Le principe en est simple. Aux deux stations en correspondance se trouvent un nombre plus ou moins grand de vibrateurs électro-magnétiques accordés deux à deux sur une même note de la gamme. Au poste de départ, on met tous les vibrateurs en mouvement de façon que, réagissant sur le circuit de ligne, ils transmettent aux vibrateurs du poste correspondant des séries de courants interrompus correspondant à leurs vibrations propres. De sorte que chacun des vibrateurs étant muni d'une pile au poste de départ, il sera possible, par la manœuvre d'une clef Morse, de provoquer dans le vibrateur de réception les sons longs ou brefs qui constituent les signaux Morse. Rien de plus facile, par conséquent, que de lire au son les dépêches ainsi transmises, et cela avec un fil de ligne unique, car les vibrateurs de réception ne peuvent fournir toute l'amplitude de la vibration qu'ils sont capables de donner, qu'à la condition que les interruptions des courants qui les animent correspondent, en nombre, à celles de leur son fondamental. Il se produit donc, à l'arrivée,

un véritable triage des signaux transmis, et les choses se passent comme si des fils séparés réunissaient les appareils en correspondance.

On peut amplifier les sons en plaçant les vibrateurs sur des caisses sonores; mais il a paru préférable à juste titre d'imprimer les télégrammes sur des bandes de récepteurs Morse, en transformant les résonnateurs en interrupteurs de courants locaux. On peut ainsi obtenir autant de transmissions multiples qu'il y a de notes différentes dans un octave; mais on trouve d'autant plus de difficulté à accorder ensemble les vibrateurs de départ et d'arrivée que les sons choisis sont plus rapprochés.

À l'origine, M. E. Gray avait limité son système à 4 tons seulement, ce qui fournissait par les procédés du *duplex* huit transmissions simultanées. Dans la suite il a pu actionner huit récepteurs sur la même ligne, ce qui donne, en duplexant chaque poste, 16 dépêches dans les deux sens sur un même fil.

Le vibrateur de transmission se compose d'un électro-aimant dont les bobines ont des résistances différentes, 30⁰ et 5⁰⁰ (fig. 5). Chacune de

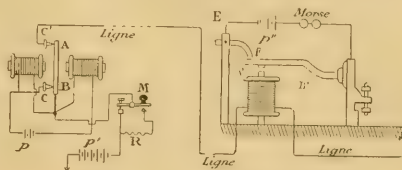


Fig. 5. — Système Elisha Gray.

ces bobines est reliée, d'une part, à une pile p, d'autre part à la tige vibrante constituée par un barreau d'acier AB disposé de manière à pouvoir rencontrer en vibrant 2 butoirs c et c'. On peut régler la note musicale de cette tige au moyen d'un curseur. Le butoir c contre lequel s'appuie la tige au repos sert, comme l'indique la figure, à mettre hors du circuit de la pile la bobine de 30⁰. Le courant traversant le fil de la bobine de 5⁰⁰ aimante le noyau de cette bobine; la tige AB est attirée à droite, le court circuit est rompu en c et le courant de la pile p traverse la bobine de 30⁰. AB est plus attirée à gauche qu'à droite, elle se porte de ce côté, et dans sa course rencontre le butoir c de telle façon que le court circuit est rétabli et que les choses reviennent en l'état primitif. Les mêmes mouvements se produisent de nouveau, il en résulte des vibrations régulières de la tige AB qui vient à chaque vibration toucher un butoir c' relié au fil de ligne et détermine sur ce fil une série d'émissions de courant. Au bureau d'arrivée, on embroche sur le fil de ligne autant de relais qu'il y a de tiges vibrantes

AB au poste de départ. L'armature de chacun de ces relais est formée d'une lame vibrante réglée à l'unisson avec une des tiges du poste de départ, par le déplacement d'un curseur. Seules, les vibrations de cette tige AB sont capables de faire vibrer la lame A'B' correspondante, bien que les courants de ligne traversent tous les relais. Dès qu'on appuie sur le bouton du manipulateur M, pendant toute la durée du contact l'intensité du courant émis par la pile p' est amoindrie, la tige A'B', dont les vibrations ont une amplitude moindre, viendra se mettre en contact avec le levier mobile EF qui, par son poids s'appuiera suffisamment sur l'armature pour fermer le circuit de la pile p'' à travers le récepteur Morse. Dans la pratique le dispositif est plus complexe, nous ne donnons ici que le principe de l'appareil.

Système de M. Mercadier. — Dans une étude sur la théorie du téléphone ¹, M. Mercadier a montré que le diaphragme de cet instrument est soumis à deux mouvements :

- 1° Mouvements de résonance moléculaire.
- 2° Mouvements d'ensemble transversaux correspondant au son fondamental et aux harmoniques du diaphragme.

Les premiers sont indépendants de la forme extérieure et permettent au diaphragme de transmettre et de reproduire tous les sons. Les seconds dépendent de l'élasticité du diaphragme, de sa forme et de sa structure. Ils nuisent à la netteté de la transmission des sons articulés en altérant le timbre.

Pour empêcher les mouvements de résonance moléculaire, M. Mercadier, au lieu d'encaster la plaque d'un téléphone par son bord circulaire, a simplement posé cette plaque aussi près que possible du pôle de l'électro-aimant sur trois points qui sont les sommets d'un triangle équilatéral inscrit dans la ligne nodale du premier harmonique. Le diaphragme est percé de trois ouvertures de 2^{mm} à 3^{mm} de diamètre par lesquelles pénétrèrent trois pointes en liège disposées sur un plateau fixe. De cette façon le récepteur téléphonique ne vibre plus d'une façon appréciable que sous l'action de courants dont la période est égale à celle du son correspondant à la nodale sur laquelle s'appuie la plaque, d'où le nom de *monotéléphone* donné à ce récepteur qui est représenté en coupe dans la figure 6. GH est la membrane vibrante. La vis V sert à tendre ou à détendre une bande de caoutchouc KL à l'extrémité de laquelle se trouve un petit cylindre métallique L dont le déplacement sur la plaque téléphonique sert au réglage.

Les deux tubes de caoutchouc T et T' servent à écouter; les embouchures de ces deux tubes peuvent aisément être maintenues à la hauteur des oreilles sur un diadème de forme simple, de manière

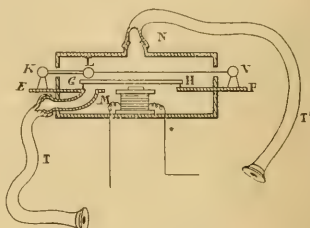


Fig. 6. — Système Mercadier.

à laisser à l'employé manipulant l'usage entier de ses deux mains pour écrire ou transmettre.

Le transmetteur est constitué par un diapason entretenu électriquement au moyen de la pile p (fig. 7). Ce diapason est adapté à une boîte sonore

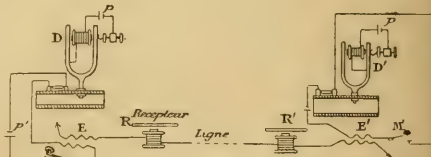


Fig. 7.

qui donne la même note et supporte une paire de microphones d'Arsonval. Une clef Morse M permet de fermer le circuit de la pile p' à travers le circuit inducteur d'une bobine E. Le circuit induit communique, d'une part avec la terre, d'autre part avec la ligne. En appuyant sur la clef M on enverra sur la ligne une série de courants ondulatoires ¹ qui ne feront rendre à la plaque GH du récepteur monotéléphonique, le son qu'elle doit donner, qu'autant que celle-ci sera d'accord avec le diapason D. La figure 7 montre que les deux récepteurs sont actionnés par la transmission de l'un ou l'autre poste si les 4 instruments D D' R R' sont accordés ensemble. Pour travailler en duplex il suffirait de donner à D et R' des notes différentes et à R' et D' les notes correspondantes. R resterait muet sous l'action de D et pourrait être actionné en même temps par D'. De même pour R'. En résumé on pourra embrocher sur la ligne autant de récepteurs qu'on en pourra construire donnant des notes différentes et cela en des points quelconques de la ligne. En adaptant à chacun d'eux un transmetteur à électro-diapason, on aura autant de

¹ Journal de physique, 2^e série, t. V, p. 141 et Comptes rendus, t. CL, p. 744 et 1041.

¹ Ces courants interrompus deviennent ondulatoires, grâce à la self-induction du récepteur qu'ils traversent.

postes harmoniques; chacun des transmetteurs n'agira que le monotéléphone dont le nombre de vibrations propres correspondra exactement au nombre de vibrations de son électro-diapason.

On voit qu'avec ce système toutes les conditions exigées par la pratique télégraphique sont remplies; chaque manipulant peut contrôler sa transmission puisque son propre récepteur est actionné; et, s'il est *coupé* par son correspondant, il en est immédiatement averti.

En recouvrant la bobine de l'électro-diapason d'une deuxième bobine reliée au fil inducteur de E. M. Mercadier a simplifié beaucoup le transmetteur. A chaque vibration du diapason le courant de pile est interrompu, les branches du diapason se rapprochent et il résulte de ce double fait qu'un courant d'induction traverse le circuit inducteur de la bobine E et qu'un deuxième courant induit est envoyé sur la ligne. Grâce à cette disposition on peut supprimer la caisse sonore, la pile *p'* et les microphones.

Ce système de télégraphe harmonique est simple et exempt des complications de réglage et d'installation du système de M. Elisha Gray. En employant des monotéléphones accordés à un demi-ton de distance les uns des autres, on peut facilement installer 12 postes à chaque extrémité d'une ligne. Seulement les dépêches sont lues *au son*, et l'on connaît la répugnance qu'inspirent en France les appareils à signaux fugitifs, répugnance assez peu justifiée d'ailleurs. Ce système, non plus que le suivant, n'est pas encore, à notre connaissance, entré dans la pratique.

Phonopore de M. Langdon Davies. — L'élément essentiel de ce système est une bobine d'induction de forme particulière qui possède un circuit inducteur et deux circuits induits. Le circuit primaire est constitué par 14 fils réunis en quantité et enroulés sur une bobine. Le circuit secondaire est formé de deux fils enroulés isolément sur une deuxième bobine, sur une longueur de 100 mètres et enroulés ensemble sur la longueur restante (150 m. environ).

Cette bobine à deux enroulements est la *bobine phonoporique* proprement dite. L'installation d'un poste phonoporique simple comprend un *transmetteur* et un *récepteur*, puis un poste Morse fonctionnant comme à l'ordinaire.

AB est une lame vibrante en acier, fixée à une pièce de fer doux *c* (fig. 8). Le circuit inducteur L enroulé autour d'un barreau d'acier, renferme une pile P, la clef Morse M et un interrupteur constitué par la lame vibrante AB et le ressort *r*. L'un des fils secondaires *l'* est isolé à un bout et communique avec la terre par l'autre extrémité. L'autre fil

secondaire *l* est relié à la ligne d'une part et isolé d'autre part. En appuyant sur le bouton M on envoie sur la ligne

une série de courants vibratoires extrêmement rapprochés. Les différentes lames AB qu'on peut adapter au vibreur sont assez massives, épaissies de 4 à 5 millimètres et longues d'environ 10 centimètres. Elles sont numérotées 1, 2, 3... etc. et donnent en vibrant des notes différentes. Une pareille bobine transmet les impulsions d'un courant vibratoire d'un fil à l'autre, mais ne se laisse point traverser par un courant ordinaire.

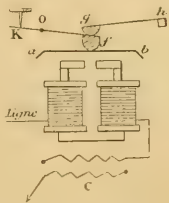
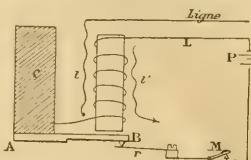
Fig. 8. — Transmetteur phonoporique

Le récepteur (fig. 9) est formé d'un électro-aimant dont les noyaux sont les deux branches d'un aimant permanent; les pièces polaires qui les terminent sont très rapprochées l'une de l'autre. Le fil de l'électro-aimant communique avec la ligne et avec une bobine phonoporique à double enroulement *c*. Au-dessus des noyaux se trouve une lame vibrante *ab* en acier, appuyée par ses extrémités sur

deux petits chevalets métalliques. Cette lame est fixée par une vis à l'une de ses extrémités tandis que l'autre est pincée dans un étau mobile dans des glissières et qu'on peut déplacer en manœuvrant une vis pour le réglage; on peut ainsi régler la tension de cette lame *ab*. Au-dessus d'elle se trouve l'extrémité *f* d'un levier mobile autour du point *o*, dont l'extrémité K est en contact avec la pointe d'une vis. Sur ce levier Kf s'appuie un ressort *gh* fixé en *h*. Les axes *o* et *h* sont suspendus à des étriers en laiton qui sont mobiles dans des glissières et auxquels on peut communiquer de faibles déplacements au moyen de vis convenablement disposées. La lame *ab* attirée en permanence par les noyaux aimantés se trouve ainsi dans un certain état de tension. Quand un courant vibratoire traversera l'électro-aimant, il rompra l'état d'équilibre instable dans lequel se trouve la lamelle *ab* et les contacts K et *f* seront altérés.

Fig. 9. — Récepteur.

La figure 10 représente un poste phonoporique simple. Un relais sensible est mis en communication avec K et *h* par l'intermédiaire d'une pile dont le circuit est fermé au repos de façon que l'armature A est attirée. Si la lame *ab* vibre, les ruptures du circuit en K et *f* sont suffisantes pour permettre



à A de venir s'appuyer contre le butoir supérieur et le récepteur Morse, qui n'est pas figuré ici, mais est relié à la borne M, sera actionné. L'armature garde cette position pendant toute la durée d'une

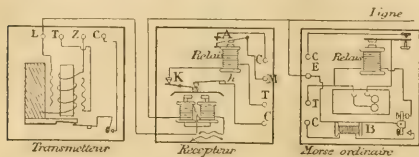


Fig. 10. — Poste phonorique.

série de vibrations, c'est-à-dire pendant tout le temps que dure la fermeture de la clef de manipulation. Le relais doit être, à la fois, *sensible*, pour que son armature soit déplacée par le passage de la première émission, et *pareseux*, pour qu'elle ne revienne pas au repos dans l'intervalle de deux émissions successives. On voit que des vibrations de *ab* produites par des émissions lentes et irrégulières du genre de celles qui actionnent le télégraphe Morse ordinaire, ou même des émissions rapides et régulières, qui ne seraient pas d'accord avec les vibrations de la lame, ne pourront acquérir une amplitude suffisante. La bobine B du poste

Morse est une bobine Van Rysselberghe interposée entre le manipulateur et la pile pour faire *fuser* les signaux et les rendre sans action sur les lames vibrantes.

On a pu voir fonctionner ce système à l'Exposition universelle, sur une ligne factice formée de deux bobines de 5000 ohms chacune; trois dépêches parcouraient en même temps la ligne, deux en sens contraire par le système phonorique et une troisième à la façon ordinaire. — Les résultats obtenus étaient excellents, mais, malheureusement, assez peu probants, car la ligne artificielle utilisée n'avait que des rapports lointains avec une ligne réelle. La capacité, la self-induction d'une ligne et son défaut d'isolement sont des éléments qu'il n'est pas permis de négliger, surtout dans les essais relatifs à des systèmes du genre de ceux que nous venons de décrire. Toutes ces tentatives n'en sont pas moins fort intéressantes au point de vue de la meilleure utilisation d'une ligne télégraphique et il est permis d'espérer que dans un avenir peu éloigné les systèmes de télégraphie harmonique entreront sérieusement dans le domaine de la pratique.

A. Bazille,

Ingenieur des Télégraphes.

LE SOL SOUS-MARIN ET LES EAUX ABYSSALES

J'ai exposé dans un précédent article ¹ les motifs et les expériences me paraissant établir les faits suivants :

1° La masse des eaux océaniques est partagée en deux zones superposées. La première, supérieure, est celle du mouvement; les courants marins, quelles que soient leurs causes multiples, y accomplissent et y forment leur cycle. La seconde zone, inférieure, est celle du repos ².

2° L'épaisseur de la zone tranquille est beaucoup plus considérable que celle de la zone de mouvement. Cette dernière varie avec la localité et, en une même localité, avec la saison de l'année.

3° Les densités actuelles des eaux marines, c'est-à-dire prises à la température *in situ* et corrigées de la pression, fonction de la compressibilité et de la profondeur, croissent partout du fond à la surface, de sorte que les nappes isopycnes sont horizontales et régulièrement superposées, tout

comme elles le seraient dans un flacon contenant du mercure, de l'eau et de l'huile ¹.

4° Le repos des eaux abyssales n'exclut pas la présence de l'air et par conséquent la présence de la vie dans la masse entière des eaux ².

5° La comparaison des surfaces isopycnes et des surfaces isothermes montre des anomalies tendant à faire supposer que les eaux du fond n'ont point partout la même composition chimique. Cette supposition est appuyée par les analyses de MM. Dittmar et Buchanan ³ qui ont trouvé que certains échantillons d'eaux recueillis à de grandes profondeurs par le *Challenger* présentaient une réaction acide au lieu de la réaction alcaline manifestée dans l'immense majorité des cas.

6° Les particules solides ⁴, quelle que soit d'ailleurs leur ténuité, tombent très rapidement à travers les eaux salées même lorsque celles-ci sont

¹ Voyez la *Revue* du 30 août 1890, t. I, p. 500 et diverses Notes et Mémoires publiés aux Comptes rendus de l'Académie des Sciences.

² J. THOULET. De quelques objections à la théorie de la circulation verticale profonde de l'Océan, *Ctes Rend. Acad. Sc.* t. CX, p. 324, 1890 et *Revue générale des sciences pures et appliquées*, t. I, p. 500, 1890.

¹ J. THOULET. Note sur le poids spécifique et la densité de l'eau de mer. *Bulletin de géographie historique et descriptive du Ministère de l'Instruction Publique*, t. IV, 1890.

² J. THOULET. Sur la circulation verticale océanique, *Ctes Rend. Acad. Sc.*, t. CX, p. 1350, 1890.

³ J. THOULET, *Océanographie (Statique)*, Paris, Beaudoin 1890.

⁴ J. THOULET. Expériences sur la sédimentation, *Ctes Rend. Acad. Sc.*, t. CXI, p. 619, 1890 et *Annales des Mines*, 1891.

étendues de dix fois leur volume d'eau douce.

7° Un minéral ne se dissout pas sensiblement plus dans l'eau en mouvement que dans l'eau immobile ¹. Dans l'eau de mer, cette solubilité existe, mais elle est extrêmement faible ².

8° La diffusion entre l'eau douce et l'eau de mer et entre des eaux de mer de densités différentes s'opère avec une lenteur considérable ³; de telle sorte que, pour en donner un exemple, l'Océan étant supposé entièrement recouvert d'une couche infiniment épaisse d'eau distillée, il faudrait au minimum 3.000 ans pour que la densité de l'eau salée fût abaissée de 0,01 sur une épaisseur de 1.000 mètres. On conclura de ce fait la possibilité d'une superposition de faunes aquatiques distinctes pendant leur vie et, après leur mort, la possibilité de la chute et du mélange de leurs restes en une même localité du fond.

I

Pour compléter ces notions il est utile de rappeler les points suivants :

1° Selon Mohr ⁴, les plantes marines transforment le gypse contenu dans l'eau de mer en carbonate de chaux et emploient une partie du soufre ainsi libéré à créer de l'albumine, tandis que les animaux marins utilisent une partie du carbonate de chaux pour leur test ou leur squelette. Le reste du carbonate de chaux se précipite.

MM. Murray et Irvine ⁵ ont démontré expérimentalement que les excréments albuminoïdes des animaux marins produisent de l'acide sulhydrique et de l'acide carbonique. L'acide sulhydrique, s'oxydant, forme de l'acide sulfurique qui se combine avec la chaux et produit du sulfate de chaux ; l'acide carbonique donne naissance à du carbonate d'ammoniaque qui réagit sur le sulfate de chaux dissous, constitue du carbonate de chaux qui se précipite et du sulfate d'ammoniaque absorbé par les plantes et les animaux et en partie transformé ensuite en nitrates et en azote libre.

M. Ch. Oehsenius ⁶ pense que les animaux marins, dégageant de l'acide carbonique, décomposent l'eau de mer pour fabriquer ainsi du carbonate de soude et de l'acide chlorhydrique. Le carbonate de soude, se combinant au sulfate de chaux, donne

du carbonate de chaux et du sulfate de soude qui, à son tour, avec le chlorure de magnésium, produit du chlorure de sodium et du sulfate de magnésie. Enfin, l'acide chlorhydrique décompose les silicates alcalins du fond, et la silice, mise en liberté, est assimilée par les Diatomées et les Éponges siliceuses ¹.

Quelle que soit la théorie préférée, les dépôts calcaires se forment donc par voie chimique et comme les êtres vivants, l'un des éléments du cycle, vivent principalement au fond, les réactions doivent s'effectuer au contact même de ce fond.

2° La Pola, ² pendant sa campagne de 1890 dans le sud de la mer Adriatique, a reconnu que :

Il existe, en des localités diverses, de notables différences dans la richesse des eaux de surface en matière organique facilement oxydable. D'une façon générale, la quantité de matière organique diminue avec la profondeur ; mais l'eau immédiatement en contact avec le sol sous-marin en renferme une proportion considérable.

Les variations en ammoniacque sont très faibles, même aux plus grandes profondeurs ; néanmoins, tout contre le fond, la quantité en augmente et l'on peut en dire autant de l'azote organiquement combiné, quoiqu'on ait cru observer une légère diminution avec la profondeur et, dans certains cas, au contraire, une accumulation sur le fond encore plus considérable que celle de l'ammoniacque.

3° Il résulte des calculs de Zöppritz, combinés à d'autres considérations, que le mouvement des courants marins ne s'exerce pas d'une façon sensible au delà d'une profondeur relativement faible au-dessous de la surface. De même l'agitation des vagues cesse de se faire sentir à une très faible distance verticale, variable d'ailleurs selon les localités.

Quant aux variations de la densité suivant la profondeur, elles ont été soigneusement mesurées par M. Buchanan, pendant la durée de la célèbre expédition du *Challenger* ³. Dans les tableaux qu'il a dressés sont indiqués le numéro d'ordre de la station, la latitude et la longitude du lieu, la profondeur, la température *T in situ*, la densité prise par rapport à l'eau distillée à 4° C, ramenée à la température *T* et par conséquent figurée par le symbole S_t^T , enfin la densité ramenée à la température normale de 15,56° C, c'est-à-dire $S_{15,56}$. Cette dernière valeur est la densité absolue ou, en

¹ J. THOULET. De l'action de l'eau en mouvement sur quelques minéraux. *Ctes Rend. Acad. Sci.*, t. CXII, p. 502, 1891 et *Annales des Mines*, 1891.

² J. THOULET. Solubilité de divers minéraux dans l'eau de mer. *Ctes Rend. Acad. Sci.*, t. CVIII, p. 753, 1889 et t. CX, p. 652, 1890.

³ J. THOULET. Sur la diffusion de l'eau douce dans la mer. *C. R. Acad. Sci.*, t. CXII, page 1068, du 11 mai 1891.

⁴ MOHR, *Geschichte der Erde*, 2^e Ed. p. 286 ff.

⁵ JOHN MURRAY and ROBERT IRVINE. On coral Reefs and other Carbonate of lime formations in modern seas, *Proc. Roy. Soc. of Edinburgh*, Déc. 1889.

⁶ OEHSENIUS. *Biederman centr. in. Cosmos*, 1890, p. 391.

¹ J. THOULET. Analyses de spicules d'éponges siliceuses recueillies dans les dragages du *Talisman*. *Ctes Rend. Acad. Sci.* t. XCVIII, p. 100 et *Bull. Soc. minéral. de France*, t. VII, p. 147, 1884.

² THOULET. La campagne océanographique de la Pola, *Revue scientifique*, t. XL, p. 658, 1890.

³ *Reports of the scientific results of the exploring voyage of H. M. S. Challenger Physics and Chemistry*, vol. I.

d'autres termes, la fonction unique et immédiate de la quantité de sel ou de la composition chimique de l'eau de mer, par litre, indépendamment de la température et de la profondeur, puisqu'aucune correction de compressibilité n'a été faite. La densité absolue proportionnelle à la salinité de l'échantillon peut donc servir de mesure à celle-ci.

Parmi les observations de densités absolues contenues dans les tableaux du *Challenger*, j'ai choisi toutes celles relatives à une même verticale, c'est-à-dire comprenant les densités absolues en série d'une même colonne d'eau depuis le sol sous-marin jusqu'à la surface. Leur nombre, pour les divers océans, était :

Atlantique nord.....	20 séries,	102 observations.
Atlantique sud.....	19 —	122 —
Océan Indien sud.....	7 —	42 —
Pacifique nord.....	23 —	173 —
Pacifique sud.....	31 —	207 —
Mers de Célèbes, Soolou; des Philippines, détroit de Magellan.....	7 —	39 —

soit un total de 685 observations groupées en 108 séries.

Ces observations ont été disposées en 6 schémas, sur un papier quadrillé; chaque densité absolue, marquée à sa profondeur, était représentée par un cercle colorié d'une couleur correspondant à sa valeur et faisant partie d'une gamme de 8 couleurs dont chacune indiquait des densités différant entre elles de moins de 0^m,0005.

Un autre schéma, dressé dans des conditions analogues, montrait pour l'Atlantique Nord et Sud et le Pacifique Nord et Sud, les densités absolues d'extrême fond rangées à l'échelle suivant l'ordre des latitudes.

Les densités du *Challenger* sont données jusqu'à la cinquième décimale; je les ai prises telles qu'elles étaient fournies, bien que je ne possède pas, je l'avoue, une grande confiance dans cette cinquième décimale qui est une décimale mathématique, provenant d'un calcul et en deçà des erreurs d'observation. Il en résulte que les remarques qui vont suivre ont leur sensibilité exagérée puisqu'elles considèrent que deux densités différant entre elles d'une unité du cinquième ordre sont véritablement différentes, tandis qu'elles peuvent être en réalité identiques.

Ces divers schémas étant ainsi dressés, il suffit de les considérer attentivement pour les lire au moyen de ce qu'Amperé nommait le coup d'œil autoptique. Ce procédé scientifique est fort commode; le groupement des observations achevé, les analogies et les dissemblances viennent en quelque sorte frapper la vue et la tâche se borne désormais à les énoncer et à leur trouver, s'il est possible, une explication.

II

Voici d'abord les faits qui en ressortent :

Les densités absolues, à partir du fond, décroissent jusqu'à une certaine hauteur et croissent ensuite. On constate ainsi l'existence de deux zones, l'une inférieure, épaisse, à stratification directe, l'autre supérieure, mince, à stratification variée. Dans cette dernière, se manifestent ordinairement plusieurs alternances à des intervalles d'autant plus petits qu'on se rapproche davantage de la surface.

Sur une même verticale, la plus forte densité de la série se trouve à la surface, de sorte que l'eau du fond est moins chargée de sels que celle de la surface.

Malgré le peu de mesures prises au fond et à une très petite distance du fond (7 séries de 2 observations chacune), il semble exister, très près de ce fond, une couche mince, moindre de 100 brasses, où la variation de la densité absolue a lieu très rapidement et souvent même est intervertie.

Sur les six schémas des Océans j'ai tracé la courbe des interventions de densités, c'est-à-dire j'ai marqué et joint entre eux les points où en remontant du fond vers la surface, la densité absolue cesse de décroître pour augmenter. En outre pour chaque sondage, j'ai encore marqué à l'échelle le point correspondant à la profondeur à laquelle la température commence à décroître lentement. Il suffit pour cela, sur la feuille qui dans les *Reports* indique, pour chaque station, la série des températures profondes, reliées par une courbe grossièrement parabolique ou hyperbolique, de noter la profondeur à laquelle se trouve le sommet de la courbe. En joignant ces points, j'ai obtenu la courbe de variation thermométrique lente. En réalité ces deux courbes correspondent à des surfaces au sein des eaux océaniques.

La comparaison de ces deux courbes entre elles et avec celle du fond établit les faits suivants :

1^o Le niveau de la surface d'intervention des densités absolues change avec la localité et probablement avec la saison de l'année.

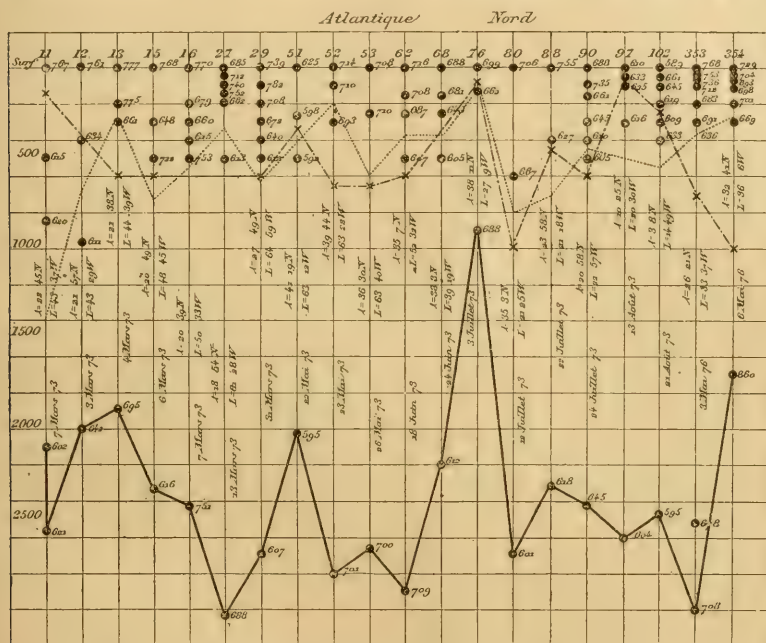
2^o Le niveau moyen de la surface d'intervention est voisin de 500 brasses à partir de la surface dans l'Atlantique Nord et Sud, de 300 brasses dans le Pacifique Sud. Les variations de profondeur sont très grandes dans l'Atlantique Nord, moindres dans l'Atlantique Sud, faibles dans l'Océan Indien Sud et le Pacifique Sud, extrêmement faibles dans le Pacifique Nord. Le niveau moyen d'intervention sert de limite supérieure à la zone des eaux tranquilles et de limite inférieure à la zone des eaux en mouvement.

3° Le niveau de la surface de variation thermométrique lente diffère aussi avec la localité, et, pour une même localité avec la saison de l'année; il est situé à la distance moyenne de 400 brasses de la surface; mais il subit de plus grands écarts de profondeur, surtout dans l'Atlantique Nord. Il est généralement plus rapproché de la surface que le niveau d'intervention de densité dans l'Atlantique Sud, plus bas dans le Pacifique Nord et Sud.

4° La courbe d'intervention de densité absolue

océanique qui s'effectue tout entière dans une zone superficielle d'une épaisseur voisine de 500 brasses.

Faisant abstraction des phénomènes de remplissage du bassin océanique par des matériaux inorganiques tels que les poussières volcaniques et autres par les dépouilles d'êtres vivant dans les couches liquides supérieures, par la marche progressive et continue des sédiments depuis les rivages jusqu'aux portions centrales des océans¹, sans parler enfin de la formation des dépôts par l'intervention de la vie (théories de Mohr, de Mur-



et la courbe de variation thermométrique lente ne paraissent point avoir une relation nette avec la profondeur du fond.

5° Les deux courbes ne sont pas très éloignées l'une de l'autre, mais elles ne coïncident pas.

Les faits s'expliquent de la façon suivante :

La surface océanique soumise aux variations climatiques (marche du soleil, régime des pluies, vents, nébulosité, etc.) est le siège d'une évaporation et d'un échauffement plus ou moins intenses ; les variations qui en résultent dans la densité réelle et dans la composition chimique des eaux, ajoutées à l'action mécanique exercée par les vents, donnent lieu à des courants marins horizontaux, plus ou moins verticaux, se croisant entre eux ou se superposant avec des vitesses et des directions diverses. Leur ensemble constitue la circulation

rayet Irvine et d'Ochsenius, en conséquence de l'évaporation de surface, les substances peu solubles contenues en solution dans les eaux marines et apportées à l'Océan par les eaux douces beaucoup plus dissolvantes, atteignent à une certaine profondeur leur limite de solubilité et se précipitent. Devenues solides, elles descendent verticalement, pénètrent dans la zone calme, franchissent rapidement et sans se dissoudre les couches intermédiaires tranquilles et parviennent sur le sol sous-marin. Entourées d'eaux immobiles, devenues maîtresses du temps, elles se redissolvent et augmentent la proportion de sels contenus dans la

¹ J. THOULET. Etude expérimentale et considérations générales sur l'inclinaison des talus de matières meubles, *Ctes. Rend. Acad. Sc. t. CIV.*, p. 1537 et *Annales de chimie et de physique*, 6^e série, T. XII, pp. 33-64, sept. 1887.

couche d'eau la plus profonde immédiatement en contact avec le sol. Alors intervient la diffusion qui, avec une lenteur extrême, augmente progressivement la salinité des eaux sus-jacentes et en même temps permet aux couches contiguës du sol de n'être point saturées et par conséquent de continuer à dissoudre les nouveaux matériaux qui leur arrivent sans cesse. Le sol sous-marin est donc une sorte de foyer d'activité chimique alimenté par des phénomènes de surface et rayonnant avec une grande lenteur vers la surface.

III

La véritable zone d'activité chimique est immédiatement contiguë au fond et son épaisseur ne dépasse pas une centaine de brasses. Ainsi s'explique la formation des gros nodules manganésiens et des cristaux de cristianite si abondants dans les argiles rouges et grises ¹.

L'activité chimique du fond, conséquence de la concentration des eaux sus-jacentes, dépend donc du climat de la surface. La limite de la zone tranquille est évidemment en relation avec le niveau d'intervention de densité absolue; sa profondeur dépend, non pas de la profondeur du fond, mais du climat. Très variable dans l'Atlantique et surtout dans l'Atlantique Nord où les variations climatiques sont considérables, elle est régulière et assez haute dans le Pacifique. Les vastes dimensions de ce dernier Océan, les courants marins peu violents et mal limités qui le sillonnent, causent une distribution uniforme des eaux superficielles concentrées par le soleil ou étendues par les pluies, et il en résulte que le niveau des eaux tranquilles, celui d'intervention des densités absolues et celui de variation thermométrique lente y sont beaucoup plus uniformes et plus rapprochés de la surface.

Des pôles à l'équateur, dans chaque hémisphère, en suivant le fond, les densités absolues sont variables, surtout dans l'Atlantique. Le fait apporte une preuve de plus en faveur de la non-existence d'une circulation verticale océanique profonde, car, dans le cas où cette circulation existerait, la densité absolue, c'est-à-dire la teneur en sel de l'eau du fond, devrait être partout la même, puisque, cette eau n'apparaissant jamais à l'air, on ne saurait trouver une explication plausible à la variation de sa salinité.

L'examen des schémas montre qu'au fond, en des points extrêmement voisins, la composition chimique de l'eau peut être très différente. Et, dans une même région, les eaux des creux les plus profonds n'ont pas toujours la plus forte densité absolue. Il en résulte que, dans l'Océan actuel, au

point de vue spécial considéré ici, les dépôts sont localisés; leur répartition, leurs dimensions, leur épaisseur considérable, faible ou nulle, dépendent moins du temps que des circonstances extérieures.

Les lois générales de l'économie océanique sont donc dans leur ensemble connues ou soupçonnées; il importe maintenant de se livrer à des recherches précises et multipliées sur des espaces resserrés. Le temps des grandes expéditions océanographiques est passé; il faut désormais se résoudre à étudier des aires restreintes d'une façon complète et surtout à diverses époques de l'année.

L'étude des variations de la densité, de l'évaporation, du régime des pluies et des vents s'impose. La météorologie se lie étroitement à l'océanographie qui est la géologie du présent comme la géologie est l'océanographie du passé.

Il devient indispensable de serrer le réseau des observations aux environs du fond et à 500 brasses environ de la surface. Le Pacifique, et plus particulièrement le Pacifique Sud, étant l'océan le plus régulier, les complications de parcelles études y seront probablement moindres qu'ailleurs.

La chimie analytique devra rechercher si les métaux difficilement solubles ne sont pas contenus en plus forte proportion dans les eaux voisines du fond que dans les eaux de surface. Mais il faut avant tout se préoccuper de perfectionner la construction des bouteilles destinées à recueillir les échantillons d'eau, de manière à être garanti contre tout mélange des eaux profondes et superficielles; et aussi s'assurer qu'en remontant des profondeurs à la surface, l'eau abyssale, par une diminution brusque de la pression, ne laisse point les métaux difficilement solubles se reprécipiter de nouveau ¹.

J. Thoulet,

Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

¹ En corrigeant les épreuves de cet article, je trouve dans le numéro de mars 1891 des *Proceedings of the Royal Geographical Society*, de Londres, p. 171, quelques détails sur l'exploration océanographique de la mer Noire exécutée par le Prof. Voekof, à bord du *Tchernomoretz*, de la marine russe, pendant les mois de juin et de juillet 1890. Il serait difficile de rencontrer des faits confirmant mieux la théorie de la circulation chimique et physique de l'océan. La température de l'eau, à 55 m. est de 7°,22, puis elle augmente progressivement et atteint 9°,44 à 1.830 m. A 137 m., l'eau contient des traces d'hydrogène sulfuré dont la proportion augmente rapidement et, à 286 m. au-dessous, rend la vie animale absolument impossible. On ne ramène de cette profondeur que les coquilles semi-fossiles de certains mollusques caractéristiques des eaux saumâtres des lagunes de la mer Noire et de la Caspienne et qui sont les restes de la faune qui habitait la mer Noire pendant le pliocène alors que le bassin de cette mer, séparée de la Méditerranée, ne contenait que des eaux faiblement salées. La décomposition de ces restes organiques s'accomplit très lentement à cause de l'immobilité des eaux au delà d'une certaine profondeur et donne naissance à de l'hydrogène sulfuré se diffusant lentement de bas en haut.

¹ J. THOULET, Attraction s'exerçant entre les corps en dissolution et les corps solides immergés, *Cles-rend. Acad. Sc.*, t. XCIX, p. 1072, 1885, et t. C, p. 1002, 1885.

SUR L'ORIGINE DES TOURBILLONS NATURELS

Dans ma brochure sur les tourbillons ¹ et mes précédentes études parues dans cette *Revue*, je pensais avoir donné les explications suffisantes pour permettre de comprendre comment une trombe pouvait prendre naissance au sein de l'atmosphère. Je me suis probablement mal expliqué; en effet, les quelques personnes qui ont bien voulu étudier mon travail, tout en reconnaissant que mes expériences rendaient compte des phénomènes naturels qu'elles reproduisaient, expriment cependant quelques doutes relativement à l'origine des tourbillons. M. Gariel, entre autres, et dans l'article qu'il a

l'action du soleil par le nuage, l'air se refroidit et diminue de volume. Par conséquent en A l'air dilaté et échauffé tend à monter et à se précipiter vers la région B, dans laquelle le volume a diminué.

Inversement l'air de B est appelé vers la région A suivant un mouvement descendant pour venir remplacer par le bas l'air chaud qui s'élève en raison de son échauffement. Le conflit du courant chaud *fff...* avec le courant froid *fff'...* engendre le tourbillon. Au début celui-ci pourra avoir son axe plus ou moins incliné ou même horizontal; mais on

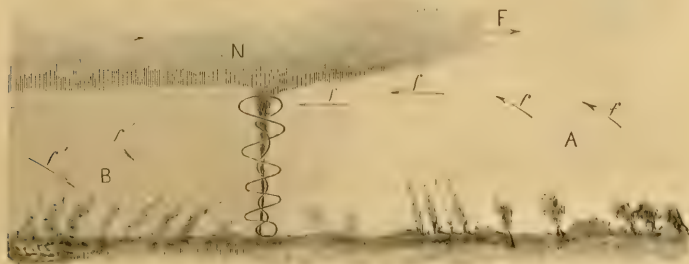


Fig. 1.

bien voulu consacrer à mes expériences, ² pense que celles-ci ne rendent pas bien compte de l'origine des phénomènes, car, dit-il, on ne voit pas nettement, pour ceux-ci, ce qui remplace mon tourniquet.

J'ai donc repris et modifié les appareils, en commençant par supprimer les fonds et les parois latérales de mes premiers tourniquets. Le résultat a été identique. Mais en consultant encore la Nature on est amené à voir que les tourbillons se montrent plus volontiers à l'approche d'un nuage orageux; et, en effet, considérons un épais nuage N (fig. 1) formant écran et empêchant les rayons du soleil de frapper la terre sur une grande étendue; à droite de la figure, dans la région A exposée au soleil, l'air s'échauffe et augmente de volume.

Par contre, dans la région B, qui est soustraite à

sait que cet axe ne peut conserver cette position et qu'il prendra bien vite la direction verticale.

On objectera peut-être que, si l'air se contracte dans la région B, le nuage descendra en proportion et s'opposera à la rupture de l'équilibre entre les masses aériennes des régions A et B, rupture sur laquelle nous avons étayé nos courants atmosphériques de sens inverses. Pour répondre à l'objection, il suffit de remarquer que, d'une part, le nuage fait obstacle en raison de sa masse et que, d'autre part, la vapeur d'eau qui le constitue est exposée au soleil par le haut et que, par suite, cette vapeur est échauffée et tend à s'élever.

Remarquons en passant que, puisque l'air se dilate dans la région A, le nuage se trouvera appelé dans la direction de la flèche F, c'est-à-dire que l'on verra le nuage orageux s'avancer en sens inverse du vent régnant dans la région encore exposée au soleil, ce qui a lieu en effet dans la Nature.

Une disposition du genre de celle représentée par la figure 1 conduit en somme à ce résultat

¹ Sur les tourbillons, trombes, tempêtes et sphères tournantes. Étude et Expériences. Paris, Gauthier-Villars et fils.

² *Revue générale des Sciences pures et appliquées*, n° 10, 30 mai 1890.

capital : la création d'un fort courant *supérieur* soufflant horizontalement sous le nuage. Nous retrouvons alors l'inverse de ce qui se passe dans une rivière lorsque les courants rapides de fond déterminent des entonnoirs plongeant au sein du liquide situé au-dessus ou sur les flancs de ces courants inférieurs.

Voici une expérience qui met bien le fait en

vement prépondérant est ascendant; mais, comme dans les trombes produites par tourniquets, il peut être descendant dans la région axiale; et, en effet, lorsqu'on présente dans le haut un fumeron fixé au bout d'un fil de fer D, on voit un cône de fumée descendre et diriger sa pointe aigüe vers la surface de l'eau, en donnant ainsi la reproduction exacte de la trombe marine naturelle.

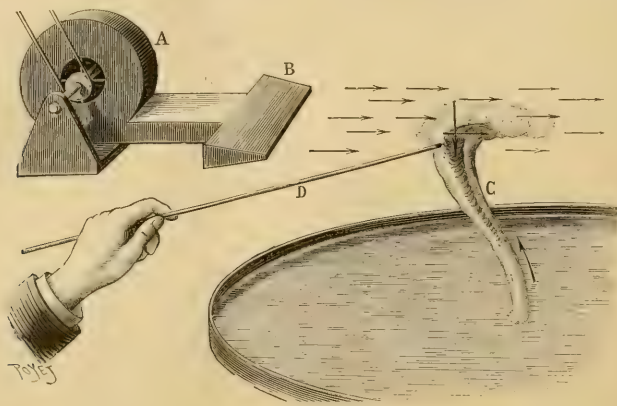


Fig. 2.

lumière : un ventilateur A (fig. 2) terminé par une buse plate B, produit une nappe horizontale d'air animée d'une vitesse assez grande. Au-dessous de cette nappe aérienne on place un bassin renfermant de l'eau chauffée et émettant quelques vapeurs; on voit alors, à chaque instant, se dessiner entre la surface de l'eau et la nappe d'air une trombe C identique à celles que donnaient les tourniquets de mes précédentes expériences et présentant exactement les mêmes caractères. Le mou-

Si donc, nous revenons à ce qui se passe dans la Nature, et à la disposition de la figure 1, nous pourrions voir qu'un courant d'air supérieur produira des tourbillons, lesquels, suivant les circonstances ou suivant les proportions qu'aura prises le phénomène, enlèveront du sol en panaches tourbillonnaires des poussières, du sable ou autres matières, ou feront descendre du nuage un fuseau nébuleux ayant sa pointe tournée vers la terre.

Ch. Weyher.

REVUE ANNUELLE DE ZOOLOGIE

L'ensemble des ouvrages, mémoires ou notes publiés dans le cours d'une année peut assez bien être comparé à un taillis où parmi les jeunes pousses se distinguent quelques formations plus vigoureuses ou d'essence plus rare. Dans ce taillis, on pourrait dire, parfois, dans cette broussaille, la *Revue Générale des Sciences* a déjà fait un choix pour ses lecteurs, et les principales publications des biologistes ont été plus ou moins longuement analysées au fur à mesure de leur apparition. Il m'est donc permis de restreindre cet article à un petit nombre de questions et je les choisirai parmi celles qui paraissent plus spécialement préoccuper les zoolo-

gistes ou qui semblent, par l'importance des sujets qu'elles touchent, devoir, dans l'avenir, susciter de nombreuses recherches. Nous suivrons dans le développement de cet exposé les lois générales de l'évolution, c'est-à-dire que, nous arrétant d'abord aux travaux relatifs à la cellule et à l'œuf, nous passerons ensuite aux faits qui intéressent les êtres adultes dans la série animale.

I

Les recherches sur la morphologie et la biologie de la cellule et de ses parties composantes se multiplient et, grâce aux progrès réalisés dans la

technique, d'intéressants résultats peuvent être enregistrés chaque année.

On sait que le noyau cellulaire renferme un filament chromatique pelotonné sur lui-même. Dans la phase qui précède la division indirecte (division karyokinétique), ce filament paraît se diviser en segments. Or les auteurs ne sont pas fixés sur le point de savoir si en réalité il existe un *seul* filament dans le noyau à l'état de repos ou si, au contraire, des filaments nombreux préexistent que leur enchevêtrement ne permet pas de discerner. Rabl et Waldeyer inclinent vers cette dernière interprétation et plus récemment Van Gehuchten s'est rangé à cette opinion après avoir observé des tronçons nucléaires distincts dans les cellules des glandes annexes du tube intestinal de la larve de *Ptychoptera contaminata*.

M. Balbiani apporte à cette manière de voir un nouvel argument, tiré de l'étude morphologique du noyau du *Lorophyllum melangris*. Chez cet infusoire le noyau est *moniliforme*. C'est une sorte de chapelet formé d'articles nombreux, pouvant s'élever à 20 et plus, unis par de courts prolongements de la membrane d'enveloppe étirée entre chacun d'eux. Ces multiples articles représentent donc bien un seul noyau et le doute ne saurait tenir devant cette observation que l'*unité* du noyau se réalise à chaque époque de division, tous les articles se fusionnant alors en un noyau sphérique simple. Or chacun de ces articles renferme un filament nucléaire que M. Balbiani a mis en évidence. Quand les articles s'unissent en un noyau simple, ce noyau renferme donc un nombre égal de filaments distincts. Le *Lorophyllum* fournit par suite un exemple très clair tendant à démontrer la pluralité primitive des filaments nucléaires dans le noyau.

Ces études de morphologie cellulaire sont fort délicates; mais elles ont une importance extrême et doivent être poussées aussi loin que possible, si l'on veut arriver à porter quelque lumière au milieu de l'obscurité qui entoure encore les phénomènes de la vie des cellules. Il suffit pour s'en convaincre de remarquer que malgré les nombreuses et patientes recherches auxquelles se sont livrés les observateurs les plus sagaces, dans le cours de ces dix dernières années, on n'est pas encore parvenu à élucider d'une façon complètement satisfaisante l'un des principaux phénomènes de la biologie cellulaire, la division nucléaire. Toutefois l'année 1890, à ce point de vue, n'est pas stérile et nous allons essayer de retracer rapidement l'état de la question pour montrer jusqu'où elle a été conduite.

Les premiers observateurs qui se sont occupés de la division du noyau n'avaient pu se rendre

qu'imparfaitement compte des causes déterminantes de cette division; sauf toutefois que M. H. Fol, dès 1873, avait reconnu l'existence de deux centres d'attraction extranucéaires, dans la cellule. Mais, comme il arrive parfois, M. Fol ne fut pas compris¹. Plus récemment M. Ed. Van Beneden, chez l'*Ascaris megalocephala*, a attiré l'attention sur un élément particulier de la cellule, qu'il a appelé « Sphère attractive ». Cet élément fait partie intégrante de la cellule; il accompagne le noyau au repos. Il est formé d'un « corpuscule central » enveloppé d'une sphère de protoplasma. C'est l'agent actif de la division cellulaire. En effet, avant la division du noyau on voit le « corpuscule central » se diviser en deux, puis aussi la sphère protoplasmique qui l'enveloppe. Il se produit ainsi deux sphères attractives; celles-ci se portent aux pôles opposés du noyau et chacune d'elles devient le centre d'attraction d'une moitié de la substance nucléaire. M. Boveri confirma ces résultats; il appela le corpuscule central « centrosome » et la sphère protoplasmique « archoplasma ». Ces termes ont été adoptés. Bientôt M. Vialleton dans l'étude du développement de la Seiche, M. Garnault chez l'*Helix aspersa*, et M. Vejdowski chez divers Invertébrés retrouvèrent la sphère attractive. Puis M. Rabl et M. Kölliker la décrivent chez les Amphibiens; enfin M. Henneguy, en 1890, l'observa dans les cellules embryonnaires de la Truite. Mais tandis que les précédents investigateurs ne décrivaient qu'une seule sphère attractive à côté du noyau, sphère dont la division précédait la division nucléaire et en était comme la première phase, M. Henneguy insiste sur l'existence, chez la truite, pour chaque noyau, de deux sphères attractives ayant chacune son centrosome. « Dans toutes les cellules, dit M. Henneguy, j'ai toujours observé deux sphères attractives placées en général vis-à-vis de chaque extrémité du grand axe du noyau. Chaque sphère est formée par une petite masse de protoplasma très finement granuleux, renfermant en son centre un amas de granulations plus grosses et ayant pour les matières colorantes plus d'affinité que le reste du protoplasma; cet amas central constitue le centrosome. Autour de la sphère attractive, le protoplasma cellulaire présente une disposition rayonnée très nette... ». Cette observation de M. Henneguy a été depuis lors appuyée par les résultats auxquels est arrivé M. Flemming, en étudiant l'épithélium pulmonaire et l'endothélium péritonéal de la Salamandre, résultats qui concordent d'ailleurs avec les observations de M. Fol. Elle a reçu enfin une dernière consécration des recherches de M. Guignard sur les cellules végétales. M. Gui-

¹ Voir C. R. Ac. des Sc., 27 avril 1890.

gnard est parvenu en effet à démontrer, chez les Phanérogames et les Cryptogames la présence pour chaque noyau de deux sphères attractives qu'il propose de désigner du nom de « sphères directrices ». « Dans la cellule dont le noyau est à l'état de repos, dit cet auteur, on aperçoit au contact du noyau, et situées l'une à côté de l'autre, deux très petites sphères représentées par un corpuscule central ou centrosome entouré d'une auréole transparente autour de laquelle se trouve un cercle granuleux... Au moment de la division nucléaire les deux sphères s'écartent l'une de l'autre pour aller se placer en deux points opposés correspondant aux pôles du fuseau futur... Lorsque les deux moitiés de la plaque nucléaire se sont séparées à l'équateur du fuseau et qu'elles se transportent aux pôles, le centrosome se dédouble dans chaque sphère en deux nouveaux centrosomes qui sont l'origine, à chaque pôle, de deux nouvelles sphères attractives... Je suis donc porté à croire, ajoute M. Guignard, que, même dans l'état de repos complet, chaque noyau est déjà accompagné de deux sphères attractives. » Quoi qu'il en soit, l'observation de M. Guignard a une importance considérable en ce sens qu'elle établit la généralisation d'un fait qui, s'il avait été particulier aux animaux, n'aurait pu légitimement avoir la portée fonctionnelle qu'on lui assignait. Comment admettre en effet le rôle directeur des sphères attractives dans la division karyokinétique du noyau des cellules animales, si ces sphères attractives avaient fait défaut aux cellules végétales chez lesquelles la division du noyau s'opère d'une façon toute semblable? Voilà donc un grand pas fait vers la solution d'un problème des plus difficiles. Il est incontestable aujourd'hui que c'est dans le protoplasma et dans des parties définies du protoplasma que siège le point de départ de la division nucléaire et consécutivement de la division de la cellule. Reste à savoir par quel mécanisme s'opère cette division et quels sont les phénomènes intimes qui la déterminent. Les opinions à cet égard sont très peu précises et c'est évidemment sur ce point que vont dorénavant porter les efforts de tous les biologistes.

II

Les caractères morphologiques que nous venons d'esquisser brièvement dans la cellule avant et pendant la division nucléaire se retrouvent aussi dans l'œuf.

M. H. Fol vient d'en donner la preuve pour l'œuf des Échinodermes. Toutefois dans l'œuf le pronucléus femelle serait accompagné d'une seule sphère attractive, et c'est le pronucléus mâle qui apporterait avec lui la seconde sphère attractive. Ce n'est pas tout. Lorsque les deux pronucléus,

mâle et femelle, se sont unis, on voit les deux sphères attractives se diviser chacune en deux. Il résulte de là 4 centres (2 spermocentres et 2 ovocentres) qui, se rapprochant 2 à 2, forment ce que l'auteur appelle la *quadrille*. Bientôt, de part et d'autre, un spermocentre s'unit à l'ovocentre correspondant, de telle sorte qu'on a finalement deux sphères attractives qui deviennent les directrices de la segmentation.

En somme, conclut M. H. Fol :

« 1^o La fécondation consiste non seulement dans l'addition des deux demi-noyaux provenant d'individus de sexes différents, mais encore dans la fusion de deux à deux de 4 demi-centres provenant les uns du père, les autres de la mère.

2^o Tous les astrocentres (sphères attractives) du descendant étant dérivés par divisions successives des astrocentres primitifs, se trouvent provenir à la fois et par parties égales du père et de la mère. »

Cette manière de voir, relativement au processus de division, concorde donc, en dehors du nombre des sphères attractives primitives pour chaque pronucléus, avec ce qui a été généralement établi pour la division indirecte des cellules ordinaires. Elle s'écarte, par contre, beaucoup des vues d'ailleurs hypothétiques de M. Boveri. Suivant cet auteur, en effet, il n'y aurait pas de centrosome dans l'œuf, mais seulement un archoplasma ; c'est le spermatozoïde qui, arrivant accompagné d'un centrosome sans archoplasma, fournirait à l'œuf le complément nécessaire à la constitution d'une sphère attractive entière destinée à diriger la segmentation. Pour M. Garnaut (chez *Hélix* et *Arion*), rien de tout cela n'existe. C'est seulement lorsque pronucléus mâle et pronucléus femelle sont en contact que l'on voit apparaître séparément les deux figures caractéristiques de la présence des sphères attractives. Il n'en existerait, au début, ni dans le voisinage du pronucléus mâle, ni dans le voisinage du pronucléus femelle.

La question, pour avancée qu'elle paraisse, nécessite, on en conviendra, d'amples recherches avant d'être complètement élucidée. Il restera à étudier tout spécialement, en présence des données nouvelles, comment les choses se passent dans les cas de parthénogénèse. M. Boveri, dans sa théorie, s'en tire en admettant que l'œuf n'est privé de centrosome que par la régression de celui-ci après la séparation du second globule polaire. Cette régression n'aurait pas lieu dans les œufs capables de développement sans fécondation. Si, d'autre part, l'opinion de M. H. Fol est justifiée, puisque toutes les sphères attractives d'un descendant se trouvent « provenir à la fois, et par parties égales, du père et de la mère », il doit en être ainsi de la

sphère attractive qui accompagne le pronucléus femelle. Elle pourrait dès lors, dans des cas particuliers, suffire à déterminer la division de ce pronucléus en même temps qu'à imprimer à l'ensemble des caractères héréditaires.

Nous n'abandonnerons pas la question si complexe des premiers états de l'œuf sans dire quelques mots d'une très intéressante note de M. Giard sur « les globules polaires et les homologues de ces éléments chez les Infusoires ciliés ». On sait que M. Giard dès 1877, au cours de ses études sur l'embryogénie des Echinodermes et des Mollusques nudibranches a été amené à considérer la formation des globules polaires comme un phénomène de division cellulaire indirecte, distinct seulement des divisions ordinaires par l'inégalité très grande des produits de la division. Il proposa donc d'appeler les globules polaires, « cellules polaires », et l'on est à peu près généralement d'accord aujourd'hui pour admettre cette manière de voir. M. Giard, cherchant à expliquer la signification de ces phénomènes, avait suggéré que cette division de la cellule aboutissant à la formation des globules polaires pouvait être considérée comme une reproduction du stade protozoaire dans l'évolution du métazoaire.

M. Maupas, dans ses belles recherches sur les Infusoires ciliés que nous avons signalées l'an dernier, opposait à cette interprétation que les Ciliés, qui sont des Protozoaires, émettent eux aussi des globules polaires identiques à ceux des Métazoaires et que dès lors le soi-disant stade protozoaire de la théorie de M. Giard ne pouvait se défendre.

M. Giard répond à cela que les Ciliés sont des Protozoaires très élevés, que leur organisme *pluri-nucléaire* permet de rapprocher très sensiblement des êtres *pluricellulaires*, surtout en ce qui concerne la production des globules polaires puisque ce phénomène, ainsi que M. Maupas le reconnaît lui-même, est purement nucléaire. Les Ciliés ne doivent donc pas être considérés comme des Protozoaires types, et c'est n'est pas à ces formes supérieures que M. Giard faisait allusion. Il faut les regarder comme un rameau collatéral et non comme la souche des Métazoaires.

L'auteur passe alors à un essai d'homologation des diverses phases de la karyogamie chez les Ciliés, telles que M. Maupas les a décrites, avec celles qui caractérisent la reproduction sexuée des Métazoaires. Il nous serait bien difficile, dans un article de revue, d'entrer dans les détails que comporte cette intéressante discussion. Nous les résumerons donc en deux mots.

L'homologation est impossible si l'on admet les interprétations de M. Maupas qui homologue avec la vésicule germinative des Métazoaires le ou les

micronucléus qu'on voit, chez les Ciliés, près du macronucléus au cours de la vie végétative de ces animaux. Mais M. Giard fait observer, très logiquement semble-t-il, qu'une telle homologation revient à admettre que ce sont les ovules et les spermatozoïdes que l'on trouve dans les glandes génitales des Métazoaires pendant la période de repos sexuel. C'est commettre une erreur certaine. M. Giard propose donc de rechercher une base solide d'homologation et elle existe, dit-il, dans le second globule polaire qu'on peut toujours reconnaître sans hésitation parce qu'il est le noyau frère du noyau de conjugaison. M. Giard montre alors qu'en adoptant ce point de départ, les phénomènes observés chez les Ciliés par M. Maupas concordent très exactement avec ceux que l'on connaît chez les Métazoaires.

III

Panmixia ! Panmixia ! Panmixia !

Ce mot à allures énigmatiques se retrouve presque à chaque page dans les revues scientifiques anglaises, un peu comme on voit sur les murs ces affiches où des lettres assemblées bizarrement appellent l'attention des badauds. Un jour, le bar-nun donne l'explication des hiéroglyphes et l'on est tout étonné de ne rien apprendre de bien neuf.

Panmixia est synonyme de « cessation de sélection ». C'est au moins l'avis de M. Romanes, et nous lui devons une certaine reconnaissance pour avoir bien voulu donner l'explication de ce rébus scientifique. Quant à la doctrine qu'on a affublée de ce beau nom, elle a été développée par Weismann dans sa théorie de l'hérédité, mais d'après M. Ray Lankester elle ne serait pas nouvelle et cela au grand désespoir de M. Romanes, qui croyait bien l'avoir découverte le premier. M. Romanes en avait eu l'idée, dit-il, peu de temps après l'apparition de la dernière édition de *l'Origine des espèces* de Darwin ; et M. Ray Lankester prouve, textes en mains, qu'elle se trouve dans le susdit ouvrage de Darwin, mais avec des développements et des considérations qui la réduisent à sa juste valeur.

Mais je m'aperçois que j'ai l'air de vouloir intriguer le lecteur et qu'il serait temps que j'indique, en quelques mots au moins, quelle est cette doctrine qui fait tant de bruit pour si peu de besogne.

Cette doctrine avait pour but, dans l'esprit de Weismann, de faire échec au principe d'hérédité établi en ces termes par Lamarck : « Tout ce que la nature a fait acquérir ou perdre aux individus par l'influence des circonstances où leur race se trouve depuis longtemps exposée, et par conséquent, par l'influence de l'emploi prédominant de tel organe ou par celle d'un défaut constant d'usage de telle partie, elle le conserve par la génération aux

nouveaux individus qui en proviennent, et qui, par suite, se trouvent immédiatement mieux adaptés que leurs ancêtres, si les conditions d'existence n'ont pas changé. »

Or, d'après la doctrine du Panmixia, les choses sont tout autrement. Quand en raison des changements des conditions d'existence un organe cesse d'être en usage pendant un certain temps, il cesse par cela même d'être l'objet de la sélection naturelle. Il y a « cessation de sélection. » Alors l'organe est soumis à toutes les variations possibles en plus ou en moins. D'après M. Weismann cet état de variation mène à la diminution, puis à la disparition définitive de l'organe. D'après M. Romanes la « cessation de sélection » amènerait seulement une diminution de taille de l'organe, diminution considérable il est vrai, mais non complète, l'auteur faisant la part de la force d'hérédité qui transmet la variation.

M. Ray Lankester fait remarquer que Darwin n'avait pas manqué de prendre en considération la cessation possible de la sélection. « La sélection naturelle, dit Darwin, n'a pas d'action sur les organes rudimentaires, ces organes étant inutiles, et par conséquent ils sont variables. » Mais il avait eu le soin de tenir compte en même temps d'un facteur important, celui de « l'économie de croissance » développé antérieurement par Goethe et par Geoffroy-Saint-Hilaire : « Si une conformation utile, écrit Darwin, devient moins utile dans de nouvelles conditions d'existence, la diminution de cette conformation s'ensuivra certainement, car il sera avantageux à l'individu de ne pas gaspiller de la nourriture au profit d'une conformation utile. »

Tout cela prouve que les théories en question n'ont pas le mérite de la nouveauté et que les zoologistes actuels semblent les avoir examinées avec moins de soin et d'attention que ne l'avait fait Darwin.

Pour ce qui est de l'hérédité des caractères acquis, deux camps opposés existent actuellement. D'un côté avec MM. Weismann et Wallace, M. His et M. F. Galton nient la transmission des caractères somatogéniques, c'est-à-dire de ceux qui relèvent des causes accidentelles, du milieu, du climat, de l'alimentation, etc.

Ils n'admettent d'autres caractères héréditaires que ceux que Weismann qualifie de *blastogéniques*, qui proviennent de modifications du plasma germinatif spontanées, assez sensibles pour déterminer des variations dans l'organisme.

D'un autre côté MM. H. Spencer, W. Turner, Giard et l'École américaine défendent la théorie de Lamarck, c'est-à-dire l'hérédité des caractères acquis. M. Ryder est d'avis que Lamarck et Darwin ont, à la vérité, donné bien peu d'exemples propres

à soutenir la théorie de l'hérédité des caractères acquis; mais cette pauvreté de preuves résulte de ce que la science n'avait pas encore fait les progrès qu'elle a accomplis aujourd'hui. En tous cas les expériences de mutilations de Weismann qui coupe la queue à des générations successives de souris ne sauraient être prises en considération contre la théorie de Lamarck, car le fait de non hérédité d'une telle mutilation n'a aucune valeur relativement au problème des effets de l'usage ou du non-usage des organes. C'est également ce qu'objecte M. Turner. Ce n'est pas, dit cet auteur, dans les faits de mutilation subie par un individu qu'il faut chercher des preuves de transmission héréditaire, mais bien dans les « phénomènes délicats qui affectent l'organisme vivant ».

D'ailleurs les exemples d'hérédité de lésions accidentelles ne manquent pas, comme le veut faire croire M. Weismann. Il y a longtemps que M. Brown Séquard a fait connaître de nombreux cas tout à fait caractéristiques de la transmission de diverses lésions : exophtalmie chez des descendants de cobayes ayant eu cette protrusion de l'œil après une lésion du bulbe rachidien; absence de phalanges ou d'orteils entiers à l'une des pattes postérieures chez des descendants de cobayes ayant perdu ces orteils accidentellement à la suite de la section du nerf sciatique; lésion d'un œil ou même des deux yeux chez des cobayes provenant de parents ayant eu un œil altéré à la suite d'une section transverse du corps resifforme, etc. L'existence de certaines de ces altérations a été constatée jusqu'à la cinquième et même la sixième génération. On conviendra après cela que les expériences de M. Weismann sur la mutilation des queues de souris ne peuvent rien prouver et, comme le fait remarquer M. Giard, qui rappelle ces faits et les oppose aux expériences de M. Weismann, il paraît évident qu'on n'a pas assez porté l'attention sur le retentissement que certaines lésions *somatogènes* peuvent avoir sur l'organisme modifié et par suite sur sa descendance.

M. Ryder, dans une note sur les « effets de l'usage habituel dans les modifications de l'organisme animal », apporte de nouveaux arguments en faveur de cette partie de la question qui consiste à déterminer l'action directe des influences extérieures sur les modifications que subit l'organisme. Il tire ces arguments de l'examen du mode de développement de la colonne vertébrale dans la série des Vertébrés et des caractères morphologiques des Vertébrés en rapport avec les mouvements de flexion du corps déterminés par les muscles pendant la locomotion. Il insiste plus particulièrement sur la structure des nageoires des Poissons. Il montre que le fonctionnement des rayons mous de ces na-

geoires affecte des dispositions évidemment corrélatives des exigences de l'usage de ces organes. Ce seraient, suivant M. Ryder, en dehors de toute considération d'hérédité, des preuves directes et très probantes des effets de l'usage des parties.

IV

Parmi les études anatomiques relatives aux animaux adultes, nous signalerons les recherches de Pelseener sur l'épépodium des Mollusques et la réponse de M. Lacaze-Duthiers. Un débat s'est élevé au sujet de l'innervation du pied de certains mollusques et M. de Lacaze-Duthiers en pose ainsi les termes : « Il s'agit de décider s'il est vrai que dans l'*Haliotide*, la *Fissurelle* et les *Troques*, le gros cordon nerveux, courant sur le dos de la lame pédieuse et qui fournit deux ordres de nerfs, les uns postérieurs, les autres antérieurs, est un seul et même organe, ou bien s'il répond à deux parties différentes du système nerveux central juxtaposées, soudées et innervant des organes qui par cela même seraient distincts. » M. de Lacaze-Duthiers et avec lui M. Boutan soutiennent la seconde opinion et voient dans l'épépodium une dépendance du manteau et par suite un organe distinct du pied. M. Pelseener et avec lui M. Bela Haller admettent la première opinion et considèrent l'épépodium comme partie intégrante du pied. M. Pelseener fonde son opinion sur ce que la méthode des coupes qu'il a employée ne lui a permis de déceler l'existence d'aucune trace de lame conjonctive entre les deux bandelettes dorsale et ventrale du cordon pédieux. M. de Lacaze-Duthiers soutient de son côté qu'il n'est pas nécessaire, pour que deux organes rapprochés soient distincts, qu'ils soient séparés par une membrane d'un tissu différent, et que le guide le plus sûr en pareille occurrence n'est pas dans la technique des coupes, mais bien dans l'étude morphologique précise et le recours au principe des connexions. Le débat se résume en somme dans une question de méthode d'investigation et pour notre part nous tenons pour bonne, avec M. de Lacaze-Duthiers, celle qui met en œuvre à la fois les dissections fines et les coupes en série, contre celle qui met toute sa confiance dans l'unique étude des coupes.

Un événement d'une certaine importance mérite d'être signalé au point de vue purement zoologique. Je veux parler de l'échouement d'un *Cachalot* qui a eu lieu sur la côte Ouest de l'île de Ré à la fin de janvier 1890. Les apparitions de ce grand Cétacé sur nos plages sont assez rares pour qu'un pareil

fait mérite une mention spéciale. J'ajouterai que cette circonstance a été pour M. le Professeur Pouchet et pour moi-même l'occasion de fixer certains points encore mal connus de l'anatomie de cette espèce. Le bassin des Cétodontes avait été décrit jusqu'à ce jour comme ne comprenant de chaque côté qu'un seul os, alors que chez la plupart des Mysticètes on compte deux ou même trois os à droite et à gauche de la colonne vertébrale. Le squelette de l'île de Ré nous a présenté trois os de chaque côté comme chez les vraies Baleines. Les ischions très asymétriques sont de forme triangulaire. D'ailleurs il semble que cette conformation de l'ischion du *Cachalot* n'est pas constante et nous avons pu reconnaître soit parmi les squelettes conservés au Cabinet d'Anatomie comparée du Muséum, soit parmi les spécimens décrits par les auteurs, quatre formes assez sensiblement différentes.

Pour terminer cet article déjà long, j'appellerai l'attention sur un fait qui a produit une vive émotion parmi les zoologistes des deux mondes ; je veux parler de l'extinction du *Bison* d'Amérique. On doit à M. Hornaday une très intéressante histoire de cette fatale disparition amenée tant par l'extension de la civilisation et la construction de chemins de fer dans les zones primitivement réservées aux bisons et aux Indiens, qu'à l'insouciance et à l'impéritie qui ont présidé à la destruction de l'animal dans un but commercial.

En 1869, il existait encore plusieurs millions de têtes de cette espèce sauvage qui occupait plus du tiers du continent Nord-Américain. Mais à cette époque l'achèvement du chemin de fer du Pacifique porta un coup fatal à son existence en divisant en deux zones, une septentrionale et une méridionale, l'aire qu'occupait le bison. En 1886, le mal était déjà si manifeste que la *Smithsonian Institution* organisa une expédition afin de recueillir des spécimens de la race sauvage pour en doter les collections. On n'apprendra pas sans satisfaction que M. le Professeur Pouchet a pu obtenir pour le Cabinet d'Anatomie comparée du Muséum un de ces intéressants représentants d'une race qui est appelée à disparaître avant peu. Au 1^{er} janvier 1889 il n'existait plus en effet aux États-Unis que 85 bisons sauvages auxquels il convient toutefois d'ajouter 200 individus protégés par le Gouvernement et réfugiés dans le parc national de Sellowstone.

D^r H. Beauregard,

Professeur agrégé à l'École Supérieure de Pharmacie,
Aide naturaliste au Muséum.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Bourlet (C.). — Sur les équations aux dérivées partielles simultanées qui contiennent plusieurs fonctions inconnues. *Thèse de doctorat de la Faculté des Sciences de Paris. Gauthier-Villars et fils, 55, quai des Grands-Augustins, avril 1891.*

Cauchy est le premier qui démontra d'une manière rigoureuse l'existence des intégrales dans les équations différentielles, en précisant la notion d'intégrale générale. Un petit nombre d'auteurs se sont occupés depuis des systèmes d'équations aux dérivées partielles simultanées entre plusieurs fonctions inconnues. Les travaux de Bouquet et de M. Mayer sur les équations aux différentielles totales, ceux de M. Darboux et de Mme Kowalevski sur les systèmes d'équations aux dérivées partielles sont bien connus de tous les géomètres et sont actuellement classiques. Après Mme Kowalevski, M. König a donné un type général d'équations simultanées qui comprend tous les types étudiés antérieurement et pour lequel il démontra l'existence des intégrales. Enfin, MM. Méray et Riquier ont considéré des systèmes d'équations simultanées pris sous une certaine forme, pour lesquels ils établissent également l'existence des intégrales en précisant leur degré de généralité. Ajoutons que l'étude des cas exceptionnels dans lesquels les théorèmes de Cauchy cessent d'être applicables a fait le principal sujet de la thèse de M. Poincaré.

M. Bourlet commence son étude par les systèmes dont les intégrales générales dépendent d'un nombre fini de constantes arbitraires; il donne, d'après M. Lie, mais en suivant une autre voie que ce savant, les conditions nécessaires et suffisantes pour que cette circonstance soit réalisée.

Il s'occupe ensuite des systèmes d'équations simultanées linéaires du premier ordre les plus généraux; et, tout d'abord, il montre que tout système de ce genre peut être mis sous une forme spéciale, qu'il nomme *forme canonique*, et qu'il prend comme point de départ de tous ses raisonnements. L'introduction de cette forme canonique est d'une réelle importance; elle permet en effet à M. Bourlet d'éviter les cas exceptionnels qui se présentent dans les théories de Mme Kowalevski, de M. König et dans les théories plus récentes de MM. Méray et Riquier, cas exceptionnels provenant de ce que ces auteurs supposent à leurs équations une certaine forme assurément fort générale et réalisable dans la plupart des cas, mais impossible dans des cas particuliers. C'est ce que montre M. Bourlet sur un exemple dans lequel les équations ne peuvent, par aucun changement de variables, se mettre sous la forme que leur suppose Mme Kowalevski. La question de savoir si un changement de fonctions ne conduirait pas à cette forme n'est pas traitée: M. Bourlet pourra y revenir. Lorsque les équations mises sous forme canonique sont *complètement intégrables*, le système admet des intégrales générales dont le degré de généralité peut être parfaitement précisé.

La troisième partie de la thèse est consacrée à l'étude des systèmes quelconques: l'auteur établit la convergence des séries qui donnent les intégrales, les coefficients étant calculés à l'aide des équations du système. Le degré de généralité des intégrales générales n'est précisé que si l'on peut ramener le système aux deux cas suivants déjà étudiés dans les deux premières parties: 1° les intégrales générales dépendant d'un nombre fini de constantes arbitraires; 2° le système proposé

peut être ramené à un système linéaire canonique complètement intégrable.

Les différentes théories développées par M. Bourlet sont accompagnées d'exemples bien choisis mettant en évidence les diverses circonstances qui peuvent se présenter.

La thèse de M. Bourlet fait faire un réel progrès à la théorie difficile des systèmes d'équations aux dérivées partielles, grâce surtout à l'introduction d'une forme canonique existant toujours et fournissant une base certaine à toute la théorie. Il serait du plus haut intérêt de trouver en outre une forme canonique qui fût *complètement intégrable*; mais il paraît impossible d'affirmer actuellement qu'une telle forme existe toujours.

P. APPELL.

Frenet. — Recueil d'exercices sur le calcul infinitésimal, 5^e édition augmentée d'un Appendice par M. H. Laurent, examinateur d'admission à l'Ecole Polytechnique (8 fr.). Gauthier-Villars et fils, 55, quai des Grands-Augustins, 1891.

L'ouvrage de M. Frenet est bien connu; depuis près de quarante ans il a été le recueil classique que tous les candidats à la licence ont apprécié; la 5^e édition qui vient de paraître ne pourra qu'en augmenter la vogue, car M. H. Laurent l'a complétée par un appendice fort important et d'une réelle valeur scientifique.

Cet appendice relatif aux résidus, aux fonctions elliptiques, aux équations aux dérivées partielles, aux équations aux différentielles totales, contient de nombreux exercices bien choisis pour éclairer ces difficiles questions et en faire comprendre la portée; il rendra de grands services à tous ceux qui étudient cette branche si intéressante de l'Analyse.

L. O.

Mouret (Georges). — Force et masse. *Revue philosophique de la France et de l'Etranger.* Janvier 1891.

« Une science n'est complète, elle n'est science, que si l'on est en mesure de rétablir, sous chaque résultat symbolique, le fait concret représenté, quelque compliqué qu'il soit; il faut, par suite, que les notions qui servent de point de départ soient bien fixées, et ne restent point dans un vague recherché par le littérateur, accepté par l'homme pratique, mais que le logicien et le philosophe ne peuvent admettre. »

Cette phrase de l'article de M. Mouret en définit très nettement le but, en même temps qu'elle en donne la raison d'être. L'auteur fait remarquer que l'on peut très bien raisonner d'une façon exacte, sans avoir une conception parfaitement nette des notions qui servent de données, et il se place au point de vue, non de la science pratique, mais de la philosophie scientifique. Les observations qu'il présente sont, en outre, très importantes au point de vue de l'enseignement.

Il est probable, en effet, qu'en introduisant les sciences physiques dans l'enseignement secondaire, on s'est proposé plutôt de donner une série d'exemples de raisonnements par induction, que d'apprendre aux élèves la formule des miroirs sphériques, ou d'autres résultats analogues. Pour que ce but soit atteint, il faut que les notions ou concepts soient présentés dans une suite logique, en partant des plus simples pour arriver aux plus complexes.

M. Mouret fait tout d'abord remarquer la nécessité qu'il y a de séparer les concepts en deux classes: 1° les *concepts psychologiques*, qui dérivent directement des sensations et ne sont pas susceptibles de mesure; (chaleur, son, couleur, etc...); 2° les *concepts logiques*

formés par une combinaison d'espace et de temps, ou de ces deux concepts réunis. La confusion entre ces deux classes de concepts est très fréquente : c'est ainsi qu'on trouve, dans certains ouvrages, que la température ne se définit pas ; si cependant elle dériverait directement d'une sensation, elle ne serait pas susceptible de mesure. Il y a ici confusion entre le concept psychologique de chaleur et le concept logique de température. L'étude des concepts logiques rentre seule dans les sciences physiques ; c'est dans cette classe qu'il faut chercher l'enchaînement logique des faits, dans l'ordre de l'abstrait au concret.

M. Mouret applique ces idées aux concepts fondamentaux de la mécanique, l'inertie, la masse, la force, en se plaçant plus particulièrement dans le cas du mouvement de translation. Il déduit immédiatement le concept d'inertie et celui de masse, du fait expérimental de la transmission de mouvement par contiguïté. En ce qui concerne la force, il fait remarquer que l'on doit considérer séparément la cause de mouvement (puissance), non mesurable, et la force proprement dite, concept logique déduit de l'existence de l'équilibre. Enfin l'auteur insiste sur la distinction que l'on doit établir entre l'équilibre et le repos, distinction dont les lecteurs de la *Revue* ont pu voir une application dans l'article de MM. Le Chatelier et Mouret sur « Les équilibres chimiques ». Cette étude, du plus haut intérêt, semble n'être que le commencement d'une série d'articles sur la philosophie des sciences.
 Georges CHARPY.

2° Sciences physiques.

Fabre (C.). — *Traité encyclopédique de photographie*, 4 vol. in-8° (48 fr.; le vol. 14 fr.). Gauthier-Villars, Paris, 1889-1891.

Un ouvrage complet sur la photographie, c'est-à-dire un livre indiquant, non seulement l'état actuel, mais encore les transformations successives, n'existait pas en France. L'excellent traité de Davanne était, assurément fort complet, mais il se bornait à indiquer surtout les procédés définitifs consacrés par l'expérience, laissant de côté les tâtonnements par lesquels on avait dû forcément passer.

En Autriche, pourtant, le Dr Eder dans son superbe « *Au sführliche Handbuch der photographie* » en 4 volumes, et en Allemagne, M. Vogel, dans un ouvrage de même coupe, avaient donné l'exemple. Notre littérature était, à ce point de vue, en retard. M. Fabre a eu l'heureuse pensée de la mettre à la hauteur de celle de nos voisins. Disons tout de suite qu'il y a pleinement réussi.

Son *Traité encyclopédique de photographie* comprend 4 volumes très simplement classifiés : le premier s'occupe du matériel photographique ; le second des négatifs ; le troisième des positifs ; le quatrième des agrandissements et applications.

Dans le tome premier sont minutieusement décrits les divers modèles de chambres, de pieds, d'obturateurs et d'objectifs. Une étude très soignée de ces derniers, de leurs propriétés optiques, de leurs éléments principaux, rend ce volume tout à fait intéressant. Aujourd'hui, la photographie doit absolument sortir de la voie empirique pour entrer dans la voie rationnelle, et disons, à ce propos, que le livre tout entier de M. Fabre est scientifiquement écrit dans cet esprit. Des plans d'installation d'ateliers terminent ce volume.

Dans le tome second sont exposés avec les plus grands détails tous les procédés négatifs : plaque daguerrienne, collodion, albumine, gélatine, pellicules diverses, ainsi que tous les révélateurs employés ou même essayés. A ce dernier point de vue ce volume présente une véritable mine de documents précieux, et l'on ne peut s'empêcher de songer à la somme énorme de travail qu'il a fallu dépenser pour amonceler ces matériaux, tous accompagnés d'indications bibliographiques précises.

Le tome troisième est construit de façon analogue,

mais au point de vue des épreuves positives : à signaler le soin avec lequel sont exposés les procédés divers de tirage aux encres grasses qui, aujourd'hui, le disputent en perfection aux positifs obtenus par application.

Enfin dans le quatrième et dernier volume sont réunis les procédés d'agrandissement, et les applications scientifiques : photomicrographie et photographie du Ciel, avec un codicille, peut-être un peu court, relatif à la photographie des couleurs.

On ne peut s'empêcher de regretter que l'ouvrage n'ait pas été terminé deux mois plus tard : il contiendrait l'exposé de la géniale découverte de M. Lippmann, et il serait le seul *Traité complet* de photographie existant, car les travaux de l'éminent professeur comblent la seule lacune qui restait à combler dans l'art de Daguerre, de Niepce, de Talbot.

Mais tel qu'il est, ce livre constitue une œuvre essentiellement utile : il sera forcément entre les mains de tous ceux qui s'intéressent à la photographie et désirent la connaître à fond. L'exécution matérielle en est excellente ; deux sortes de textes, un gros pour les articles formant le *Traité*, un fin pour les documents *encyclopédiques*, ainsi que des tables minutieusement dressées facilitent les recherches. Bien des tentatives inutiles seront ainsi évitées, puisqu'on aura sous la main la nomenclature de celles déjà hasardées sans succès.

Alphonse BERGET.

Revision des poids atomiques

Meinecke (C.). — Sur le poids atomique du chrome. *Liebigs Annalen*, 261, 339 (1891).

Seubert (K.), et Kobbé (K.). — Poids atomique du rhodium. *Liebigs Annalen*, 260, 314 (1890).

Seubert (K.). — Poids atomique de l'osmium. *Liebigs Annalen*, 261, 237 (1891).

Seubert (K.). — Sur les poids atomiques des métaux du groupe du platine. *Liebigs Annalen*, 261, 272 (1891).

Patridge (E. A.). — Poids atomique du cadmium. *American journal of Sciences*. Novembre 1890, p. 377.

Clarke (F. W.). — Sur le calcul des poids atomiques. *American Chemical Journal* (1891), 13, 36.

M. Meinecke a déterminé à nouveau le poids atomique du chrome par l'analyse du chromate d'argent. La moyenne d'une série de déterminations le conduit à : Cr = 51,94 entre les limites 52,00 et 51,90 ; unité O = 15,96.

M. Seubert qui se consacre depuis plusieurs années à la révision des poids atomiques des métaux du groupe du platine, vient de publier deux nouvelles séries de résultats relatifs au rhodium et à l'osmium. Les recherches concernant le premier de ces éléments ont été faites en collaboration avec M. Kobbé ; elles consistaient à analyser le chlorure de chloropurpurorhodine Rh² (AzH³)¹⁰ Cl⁶, ce qui a donné Rh = 102,7. Les travaux relatifs au poids atomique de l'osmium, exécutés par M. Seubert seul, ont pour base l'analyse des chlorures doubles d'osmium : K²OsCl⁶ et (AzH³)²OsCl⁶. On trouve ainsi : Os = 190,3. Unité O = 15,96.

Ces deux nouvelles valeurs s'écartent considérablement des nombres admis jusqu'à présent : Os = 195 à 198 et Rh = 104. On peut cependant accorder une grande confiance aux résultats de ces recherches récentes, car si l'on classe les éléments du groupe du platine par ordre de poids atomiques croissants, ils se trouvent rentrer dans les familles naturelles auxquelles ils doivent logiquement appartenir d'après l'ensemble de toutes leurs propriétés chimiques. C'est un point sur lequel M. Seubert attire tout particulièrement l'attention :

Ru = 101,4 Rh = 102,7 Pd = 106,35 Ag = 107,66
Os = 190,3 Ir = 192,5 Pt = 194,3 Au = 196,7

L'ancienne valeur Os = 195 à 198 assignait une tout autre place à cet élément.

A enregistrer, enfin, une révision du poids atomique du cadmium due à M. Patridge. Le métal employé a été soigneusement purifié par distillation dans le vide et l'on a opéré ensuite par les trois méthodes suivantes :
1° Transformation de cadmium en oxyde, d'où Cd = 111,803.

2° Transformation du sulfate de cadmium en sulfure, d'où Cd = 111,797.

3° Transformation de l'oxalate en sulfure, d'où Cd = 111,805.

Moyenne Cd = 111,802. Unité O = 16.

M. Clarke, dont la compétence en pareille matière est bien connue, fait au sujet de ce travail quelques remarques fort judicieuses. Ces observations n'enlèvent rien à la précision des expériences, mais font simplement ressortir la manière souvent défectueuse dont se calculent les résultats de déterminations de poids atomiques : c'est ainsi que, par exemple, l'incertitude sur le poids atomique du cadmium dépend non seulement de l'unité choisie O = 16, mais aussi des erreurs sur les poids atomiques du carbone et du soufre. C'est pourquoi M. Clarke propose d'utiliser les résultats de M. Patridge pour la détermination simultanée de ces poids atomiques eux-mêmes. Il établit ainsi un système de trois équations à trois inconnues qui, résolues, donnent :

Cd = 111,785
C = 11,996
S = 32,000

La même manière de faire pourrait être appliquée avec avantage à un grand nombre de recherches dont les résultats se contrôlèrent mutuellement.

PHILIPPE A. GUYE.

3° Sciences naturelles.

Genay (Paul). — De l'influence des engrais sur les récoltes. — *Annales agronomiques*, tome XIV page 193, 1890. G. Masson, 120, boulevard Saint-Germain, Paris.

Ce mémoire est le résumé des expériences que M. P. Genay a exécutées à la ferme de Bellevue (Meurthe-et-Moselle) et dans lesquelles il s'est proposé de déterminer les matières qu'il faut ajouter à un sol donné pour élever économiquement le rendement des plantes que la situation permet d'y cultiver.

L'auteur rappelle d'abord que son exploitation est au pied des Vosges, sur un terrain silico-argileux ; le sous-sol est imperméable, ce qui a nécessité le drainage du domaine. Les diverses analyses faites par des agronomes très compétents ont révélé un sol assez riche en azote, mais contenant peu d'acide phosphorique, de potasse et de chaux. Les résultats obtenus étaient assez discordants, ce qui fait dire avec raison à M. P. Genay que ces différences doivent tenir aux modes analytiques suivis et qu'il serait désirable que les chimistes se missent d'accord pour unifier les méthodes.

Expérimentation directe. — Elle a porté sur les cultures du blé, de la pomme de terre et de la betterave fourragère. La culture du blé a exigé un chaulage préalable. C'est un blé de la Haute-Alsace, rouge et vigoureux qui a donné les meilleures récoltes, à l'exclusion des variétés ordinairement renommées qui résistent mal au rude climat des Vosges. Des engrais employés, c'est le nitrate de soude, appliqué en couverture au printemps, qui a été supérieur ; l'engrais complet même (nitrate, chlorure de potassium, superphosphate) lui est inférieur au point de vue pécuniaire ; le mélange minéral (superphosphate et chlorure de potassium) a peu marqué.

La variété de pommes de terre cultivée à Bellevue est la « *magnum bonum* ». Des divers engrais l'élément potassique a été économiquement le plus utile ; puis l'azote et l'acide phosphorique. Le fumier a été désavantageux. Ces résultats sont concordants avec ceux déjà constatés par d'autres agronomes. L'engrais de

potasse dans un sol contenant cet élément en faible quantité, non seulement élève les récoltes de pommes de terre, mais fournit des tubercules plus riches en fécule.

Pour la betterave, dont la culture est assez difficile sous le climat de la Lorraine, le nitrate de soude seul a été avantageux ; les suppléments de récoltes, dus au mélange minéral et à l'engrais complet, n'ont pas payé les dépenses d'engrais. La betterave se conduit donc dans les conditions comme le blé.

Efficacité des engrais sur une série de récoltes. — Une première expérience a été conduite pendant deux années (1887-1888) sur des parcelles identiques, mais fumées avec de l'engrais complet duquel on avait retiré un de ses éléments, différent pour chaque parcelle. La plante cultivée a été la pomme de terre « *magnum bonum* ». C'est l'engrais complet qui a produit le meilleur effet sur les deux récoltes successives ; viennent ensuite le chlorure de potassium, le nitrate et la scorie phosphoreuse.

Une seconde expérience a duré 4 ans (1886-1889) ; outre l'effet des divers engrais sur une série de récoltes M. P. Genay a cherché la solution de divers points sujets à controverse. En expérimentant sur les diverses plantes de grande culture, il a constaté notamment que les engrais chimiques bien combinés n'épuisent pas le sol, que l'engrais complet n'est pas inférieur au fumier, que le phosphatage du fumier n'est pas suivi d'effet utile, même dans un sol ayant besoin d'acide phosphorique, enfin que le phosphate minéral est inférieur aux autres engrais phosphatés.

Les expériences de Bellevue prouvent une fois de plus que les cultivateurs ne doivent pas s'en tenir seulement aux indications de l'analyse pour en déduire les besoins de leur sol ; ils ne peuvent les connaître qu'en procédant à des essais méthodiques ; c'est ce qu'a fait M. P. Genay ; la Société nationale d'Agriculture l'a fort justement récompensé de ses travaux en lui décernant une grande médaille d'or.

A. HÉBERT.

Addendum. Thèse de M. Le Dantec.

Dans notre dernier numéro (1), M. Dubief a rendu compte d'un travail de M. Le Dantec, qui constituait seulement la première partie de sa thèse, partie insérée aux *Annales de l'Institut Pasteur*. Les conclusions générales de l'ensemble de cette thèse sont les suivantes :

1° Les Amibes et les Infusoires à tourbillon ingèrent indistinctement tous les grains solides en suspension dans l'eau, pourvu que les dimensions de ces grains soient convenables ; la facilité de l'ingestion chez les êtres de ces deux groupes dépend de la tension superficielle au contact de leur protoplasma et de l'eau extérieure ; le tourbillon des Infusoires détermine, sur le protoplasma nu du fond de l'écoulement, une pression antagoniste de cette tension superficielle et facilite l'ingestion en creusant plus profondément le tube décrit par Dujardin. — Les Infusoires capteurs, au contraire, choisissent leur nourriture, et n'ingèrent jamais seule une substance non nutritive.

2° Chez tous les Protozoaires étudiés, vivant librement dans l'eau, les corps solides ingérés ne sont jamais en contact direct avec le protoplasma, mais sont situés dans des vacuoles dont le contenu est toujours, au début, une goutte de l'eau extérieure.

Ces vacuoles, dont les parois sont constituées par la tension superficielle au contact du protoplasma et du liquide ingéré, sont le siège de modifications d'ordre physique et d'ordre physique.

L'alcalinité de leur contenu diminue peu à peu, et au bout d'un temps variable avec les espèces, cette alcalinité fait place à une acidité constatable soit expérimentalement au moyen du tournesol ou de l'alizarine sulfoconjuguée, soit par l'observation de la coloration brune que prend la chlorophylle ingérée ; et ceci a tou-

(1) Voyez la *Revue* du 15 mai 1891 t. II. p. 310.

jours lieu, que le grain ingéré soit nutritif ou non, organique ou inorganique.

En même temps que cette sécrétion très générale d'acide, a lieu dans la vacuole une apparition de diastases, s'ajoutant à celles que contenait déjà l'eau ingérée, et dont la présence se manifeste par la digestion de diverses substances : albuminoïdes, féculé de pomme de terre, diverses celluloses, etc...

Par suite même de ces modifications chimiques, la tension superficielle et la réfringibilité du liquide de la vacuole se rapprochent de celles du protoplasma ambiant. Chez les Amibes, par exemple, cette modification de tension superficielle est d'une grande importance pour le sort de la vacuole, et rend plus ou moins facile par sa plus ou moins grande rapidité l'éjection des corps solides ingérés.

3° Une observation faite sur la digestion des Oscillaires, montre que les conditions de diffusibilité dans la vacuole sont très particulières, ce qui permet d'expliquer facilement la sécrétion d'acide qui y a lieu par un simple phénomène de dialyse au contact de l'eau de la vacuole et du protoplasma; ce protoplasma contenant un ou plusieurs sels dont les acides sont naturellement plus diffusibles que les bases.

Voici donc deux parties importantes de la nutrition des Protozoaires, saisir l'ingestion et la sécrétion d'acide dans les vacuoles, ramenées à des phénomènes physiques simples, tension superficielle et dialyse.

4° Sciences médicales.

Nicaise (E.) — *La grande chirurgie de Guy de Chauliac, chirurgien, maître en médecine de l'Université de Montpellier, composée en l'an 1363 (28 francs).* F. Alcan, 108, boulevard Saint-Germain, Paris, 1890.

Le livre de Guy de Chauliac, le plus complet qui ait été écrit sur la chirurgie jusqu'au xiv^e siècle, après avoir joui d'un grand et légitime succès, avoir eu jusqu'à soixante-neuf éditions, n'était plus guère consulté par quelques chercheurs. M. Nicaise a pensé qu'il y avait lieu de sortir de l'oubli le livre de ce maître, qui mérite le nom de *fondateur de la chirurgie didactique*.

Par une collation minutieuse des textes, il a pu nous donner une version aussi exacte que possible de l'œuvre de Guy de Chauliac. Des notes nombreuses indiquent les variantes principales et donnent le texte latin original dans tous les cas où le sens de la phrase prête à des interprétations diverses.

Dans une introduction de près de 200 pages, M. Nicaise passe en revue tous les auteurs et tous les livres qui sont cités par Guy de Chauliac, insistant sur les doctrines de Galien, qui régnaient à la fin du moyen âge. C'est une véritable étude, des plus complètes et des plus intéressantes, de la chirurgie au Moyen-Âge.

L'ouvrage se termine par une liste de tous les produits de matière médicale employés au xiv^e siècle, avec leur nom scientifique actuel, une histoire des instruments de chirurgie employés à cette époque avec des figures, et enfin un glossaire des termes d'anatomie, de pathologie, de vieux français, de tout ce qui peut, en un mot, servir à guider et à éclairer la lecture des auteurs anciens.

C'est là une œuvre considérable dont la place est assurée dans toutes les bibliothèques médicales. Ajoutons, en terminant, que le livre est luxueusement édité, que des reproductions de miniatures provenant des manuscrits de Guy de Chauliac l'illustrent et que rien, au point de vue matériel, n'a été négligé pour en assurer le succès.

D^r HENRI HARTMANN.

Lépine (R.) — *Sur la pathogénie du diabète consécutif à l'extirpation du pancréas. Archives de médecine expérimentale, Paris, mars 1891, t. III, p. 222.*

M. Lépine conclut que l'existence d'un ferment gly-

colytique chez le sujet sain, ainsi que sa diminution chez l'animal privé de pancréas (et chez l'homme diabétique) sont des faits parfaitement établis et au-dessus de toute contestation. Quant à l'hypothèse d'une hyperproduction de sucre chez le chien privé de pancréas, elle ne paraît pas en rapport avec les résultats de l'observation.

D^r HENRI HARTMANN.

Julien (Alexis). — *Aide-mémoire d'anatomie à l'usage des étudiants en médecine, 2^e édition (3 fr. 50.)* O. Doin, éditeur, 8, place de l'Odéon, Paris, 1891.

Série de tableaux donnant les insertions musculaires et ligamenteuses, les distributions vasculaires et nerveuses, les trous et canaux de la base du crâne avec les organes qui les traversent, memento qui est aux études anatomiques ce que les chronologies d'autrefois sont aux études historiques actuelles.

D^r HENRI HARTMANN.

Arloing (D^r), *Professeur à la Faculté de Médecine de Lyon.* — *Les Virus. Unvol. in-8 de la Bibliothèque scientifique internationale avec 47 figures dans le texte, (6 fr.)*. Félix Alcan, éditeur, 108, boulevard Saint-Germain, Paris, 1891.

L'auteur étudie dans ce livre diverses questions de grande importance qui, bien que relatives aux conditions de la virulence, n'ont guère été amplement traitées jusqu'à présent dans les manuels de microbie. Il distingue des parasites simples, vivant simplement de la substance de leur hôte, les virus animés, ferment à excréments toxiques. Dans cette dernière catégorie nous ne connaissons actuellement que les bactéries pathogènes. M. Arloing les considère surtout dans leurs rapports avec l'organisme infecté ou intoxiqué. Il expose à grands traits l'ensemble des découvertes qui ont conduit aux doctrines actuelles, passant rapidement sur les plus connues, et il insiste tout particulièrement sur les travaux de M. Chauveau. Bien que les recherches déjà anciennes de ce savant sur la physiologie des virus aient, comme on sait, exercé une influence considérable sur cette partie de la science, elles n'avaient jamais été, à notre connaissance, aussi heureusement rassemblées et mises en lumière que dans le livre de M. Arloing. Presque toutes les grandes questions qui y sont traitées ont été, de la part de M. Chauveau, l'objet d'expériences remarquables et quelquefois décisives. Il était juste de le rappeler.

Ce n'est d'ailleurs pas un tableau complet de la microbie et de son histoire que M. Arloing a voulu tracer. Son but principal a été d'examiner les problèmes d'hygiène et de pathologie générale qui s'y rattachent. Il étudie successivement les conditions de la contagion, l'influence exercée sur cette contagion par la qualité, la quantité et le mode d'introduction des virus, la propagation de ces agents dans l'économie, les troubles consécutifs des tissus et des humeurs, l'extinction et le réveil des épidémies, les procédés préventifs ou même curatifs que l'état de la science permet de leur opposer. Aux théories toutes récentes sur l'atténuation des virus, l'immunité, naturelle ou acquise, les propriétés dites bactéricides des humeurs, d'une façon générale le mécanisme de la résistance de l'organisme, l'auteur a consacré des développements particuliers.

A vrai dire, parmi les faits consignés dans son livre la plupart sont déjà familiers aux physiologistes. Mais ce qui est nouveau dans l'ouvrage de M. Arloing, ce qui en constitue le vrai mérite et le caractère en quelque sorte original, c'est la critique supérieure qu'il y a mise. Cette critique est celle d'un maître qui a puissamment contribué par ses recherches au progrès de la science. Elle impose la lecture du livre même aux physiologistes les plus versés dans la connaissance des virus.

Cette appréciation de l'ouvrage de M. Arloing serait incomplète, si nous n'ajoutions que, chose assez rare en science, il est remarquablement bien écrit. L. O.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 4 mai 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. Cels : Sur une classe d'équations différentielles linéaires ordinaires. — M. H. Padé : Sur la convergence des fractions continues simples. — M. Tarry pose et démontre un théorème de géométrie relatif au mouvement d'une figure de similitude constante dont deux points parcourent deux droites fixes qui se coupent en point. — M. P. Gautier obtient des vis d'une très grande précision en les rodant à travers une série d'écrus, avec interposition d'émeri fin; ces vis sont destinées aux machines à diviser employées dans le tracé des réseaux de la carte photographique du Ciel. — M. H. de la Goupillière étudie analytiquement la marche de l'évaporation dans les chaudières de forme quelconque, et inversement, la forme théorique à laquelle répondrait une courbe d'évaporation donnée.

2^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Wild annonce qu'il a fait construire à l'Observatoire de Pawlowsk une boussole à induction donnant l'inclinaison avec une très grande précision. — M. G. Lemoine a étudié expérimentalement la marche de la réduction par la lumière d'un mélange d'acide oxalique et de chlorure ferrique dans des cuves d'épaisseur et de forme variables; la marche du phénomène répond aux quantités calculées d'après l'absorption que le mélange fait subir à la lumière, absorption que l'auteur avait étudiée dans une précédente communication (27 avril). — M. G. Hinrichs : Énoncé d'une loi générale déterminant, en fonction simple de la constitution chimique des corps, les températures de leurs changements d'état sous toutes les pressions. — Etudiant le pouvoir rotatoire des solutions d'acide tartrique dans l'eau, et dans l'eau additionnée de potasse ou de soude, Biot trouvait que la représentation graphique de ses mesures donnait une hyperbole équilatère, et il admettait qu'il se formait des combinaisons en proportion entièrement variables. M. Aignan, supposant qu'il s'agit de phénomènes de dissociation, établit que la ligne représentative des valeurs de la rotation doit être constituée par des arcs de courbe se coupant en des points anguleux; les valeurs observées sur les dissolutions d'acide tartrique dans des dissolutions de soude de concentration croissante donnent en effet des points anguleux; un de ces points correspond à trois équivalents de soude, ce qui vérifie l'existence d'une combinaison de la soude avec un groupe alcool de l'acide tartrique. — M. G. André a préparé des chlorures doubles ammoniacaux de zinc et de mercure; il a aussi obtenu des combinaisons nouvelles du chlorure mercurique avec l'aniline et la benzylamine. — M. P. Sabatier a préparé le sélénure de bore en faisant arriver des vapeurs de sélénium sur le bore amorphe chauffé au rouge; ce corps a pour formule B_2Se_3 . — M. A. Besson en faisant agir l'acide iodhydrique sec sur le bromure du bore BBr_3 à température élevée a obtenu deux bromoiodures du bore, ainsi que l'iodure de bore par substitution complète. — M. G. Viard indique les procédés par lesquels on peut obtenir des chromites basiques de magnésium et de zinc; le cadmium ne fournit qu'un chromite neutre. — M. de Forcrand décrit l'érythrate disodique; on ne peut pas obtenir d'alcoolate à trois équivalents de base, mais deux molécules d'hydrate de soude peuvent s'ajouter à la molécule d'érythrate disodique sans substitution de sodium à l'hydrogène. — M. E. Duvalier a reconnu que dans la préparation ordinaire des acides amidés de l'acide isovalérique, il se forme de l'acide

diméthylacrylique, que l'on peut séparer par la distillation à une phase donnée de la préparation; la formation de ce corps explique les mauvais rendements de cette opération. — M. L. Barthe a préparé le méthylcyano-succinate de méthyle et l'éther méthyléthylène-tricarbonique.

3^{re} SCIENCES NATURELLES. — M. E. Hédon, résumant ses expériences sur l'extirpation totale du pancréas chez les chiens, conclut que la glycosurie suit constamment cette opération; mais elle peut être légère et intermittente, et alors l'azoturie, qui est également constante, prend la première place dans les troubles de la nutrition; pendant les périodes où la glycosurie fait défaut, du sucre ajouté à l'alimentation est utilisé en grande partie. — M. H. Viallanes a pu, sur des préparations d'œil de langouste, élucider les détails suivants : dans chaque œil élémentaire, les segments du cône cristalloïde se rattachent à la membrane basale par un filament fin, chacun des *rhabdomères* de la rétine est en continuité avec le cylindre-axe d'un tube nerveux traversant la membrane basale pour aller (*fibres post-rétiniennes*) gagner le ganglion optique; le cône est indépendant de la rétine. — Chez les *Ptépodes*, dont la coquille est senestre, l'anatomie interne est dextre; on avait émis l'hypothèse que, chez ces mollusques, l'enroulement sinistrorsum n'est qu'apparent et résulte de l'aplatissement de la spire devenue rentrante. M. Pelseneer apporte comme preuve, à cette hypothèse, l'observation que l'opercule, qui est toujours enroulé en sens inverse de la coquille, est senestre et répond par conséquent à une coquille dextre. — M. Gêneau de Lamarlière, en étudiant plusieurs genres d'Ombellifères à racines renflées, a trouvé tous les termes de passage entre la structure de la racine renflée normale, telle que celle de la carotte, et la structure de la racine de l'*ananthe*, considérée comme anormale. — M. Bleicher a examiné une nouvelle série d'échantillons des roches phosphatées du *Dekma* (département de Constantine); quel que soit leur niveau, toutes ces roches sont riches en débris organiques, dents et ossements de vertébrés ou bien foraminifères et présentent constamment à côté du phosphate une matière minérale verte en écailles. — M. E. Rivière signale les débris d'animaux et les instruments de silex qu'il a trouvés dans les gisements quaternaires d'*Eragny* et de *Cergy* (Seine-et-Oise). — M. G. Capus a relevé un grand nombre de températures dans le Pamir pendant un mois de printemps; le climat de cette région est remarquable par les écarts énormes et brusques des températures aux divers moments de la journée, l'auteur pense que l'amplitude extrême annuelle est au moins de 120°.

Mémoires présentés : M. Nicolas de Tourquistanoff soumet au jugement de l'Académie un « Calendrier vérificateur ». — M. L. S. Lucas : Note sur les effets d'une trombe à Issy-sur-Seine.

Séance du 11 mai 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. C. A. Laisant : Sur les permutations limitées. — M. Markoff : Sur une classe des nombres complexes. — M. F. Lucas : Expression du nombre π par une série très convergente. — M. Haton de la Goupillière, comme complément à sa communication de la séance précédente, étudie avec la méthode générale indiquée par lui l'abaississement du plan d'eau dans le cas d'une chaudière cylindrique horizontale assez longue pour permettre de faire abstraction des fonds, cas particuliers qui avait été traité en négligeant certains effets complémentaires par M. Guchez. — M. H. Léauté, dans des études antérieu-

res, avait indiqué les formules générales permettant d'exprimer d'une façon approchée le mouvement des moteurs hydrauliques dans la période de trouble comprise entre une perturbation brusque et le régime reconstitué ; mais ces solutions ne s'appliquaient qu'à des cas moyens, faisant abstraction des particularités qui différencient les diverses machines motrices. Pour obtenir la solution de la question dans des conditions pratiques données, en prévoyant des écarts exceptionnels, la méthode analytique pure était inapplicable, un grand nombre de ces conditions n'étant données que sous une forme empirique. M. Léauté a eu recours aux procédés graphiques, pour représenter en une seule épure tous les éléments du mode d'action du moteur ; le problème revient alors à l'intégration d'une équation différentielle du premier ordre sous sa forme générale et au tracé d'une courbe qui coupe une série de lignes données sous des angles donnés ; l'auteur fait remarquer qu'il s'agit d'une méthode nouvelle, la Dynamique graphique. — M. P. Vieille a obtenu l'enregistrement des pressions développées dans l'intérieur des canons au moment de l'explosion ; il a adapté au piston d'un crusher un petit tableau enfumé sur lequel trace une lame vibrante ; ces appareils vont être appliqués à l'étude des anomalies de fonctionnement des poudres dans les bouches à feu. — M. M. Brillouin expose les résultats auxquels conduit l'étude des phénomènes de déformation temporaires des corps solides dans le cas où il reste une indétermination ; on en peut tirer une théorie de la plasticité et de la fragilité, les corps solides coulant lorsque le glissement est indéterminé, et se rompant lorsque c'est la densité qui devient indéterminée. — M. Borelly : Observations de la planète (308) (découverte le 31 mars 1891) faites à l'observatoire de Marseille. — M. Fabry : Éléments de la nouvelle planète Borelly (308). — M. Esmiol. Éléments provisoires de la planète (308) Borelly, déduits des observations faites à l'Observatoire de Marseille, les 31 mars, 8 avril et 26 avril 1891. — M. Tacchini : Observations solaires faites à l'Observatoire royal du Collège romain pendant le 1^{er} trimestre de 1891. — M. J. Perchot : Sur le mouvement du péricée de la Lune.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. Raveau examine quelles sont les conséquences de la théorie électromagnétique de la lumière au point de vue de la surface d'onde dans les cristaux. — M. J. Thomson avait utilisé les oscillations électriques très rapides, telles que les produisent les appareils de M. Hertz pour la mesure de la constante diélectrique du verre ; ses conclusions avaient été attaquées à cause de l'incertitude de la formule donnant le nombre des oscillations. M. R. Blondlot a repris la question par une méthode reposant sur l'emploi d'oscillations très rapides, mais sans formule. Il a obtenu comme M. J. Thomson, une valeur voisine du carré de l'indice de réfraction du verre. — M. L. Péchard a reconnu que l'eau oxygénée exerce sur les tungstates alcalins une action analogue à celle qu'il avait déjà étudiée pour les molybdates ; elle donne des hypertungstates dérivant d'un acide sur-oxygéné de la tungstène. — M. G. Massol, calculant les chaleurs de la neutralisation des acides de la série oxalique, en rapportant tous les corps à l'état solide, montre que la chaleur de neutralisation par la première molécule de base est toujours plus considérable que la chaleur de neutralisation par la seconde, contrairement à ce que l'on observe dans quelques cas en solutions étendues. — M. Berthelot fait remarquer que cet excès de la chaleur dégagée par la première neutralisation sur celle dégagée par la seconde résultait nécessairement de ce fait qu'un acide bibasique s'unit au sel neutre de ce même acide pour former un sel acide, avec dégagement de chaleur. — M. L. Tisserand a obtenu le quatrième alcool amylique primaire que prévoit la théorie, l'alcool triméthyléthylrique, par la

réduction au moyen de l'amalgame de sodium, du chlorure d'acide triméthylacétique ; en faisant agir l'azotite d'argent sur le chlorhydrate de triméthyléthylamine, on obtient au contraire un alcool amylique tertiaire connu le diméthyléthylcarbinol. — M. K. de Kroustchoff étudiant un plagioclase d'une roche granitique de l'Altai au point de vue de la relation entre les propriétés optiques et la composition chimique, a vérifié dans des conditions particulièrement intéressantes la théorie des feldspaths de M. Tschernak.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. G. Saint-Remy décrit les organes génitaux des *Tristoniens* d'après ses recherches sur cinq genres de cette famille de Trématodes. — M. L. Guignard a montré, dans des recherches antérieures, que les noyaux de l'embryon des végétaux possèdent un nombre de segments chromatiques exactement double de celui de chacun des noyaux sexuels ; recherchant à quel moment ce nombre repasse du double au simple, il a constaté chez le *Lis* que pour l'organe femelle, cette réduction s'effectue tout d'un coup au moment de la première bipartition de la cellule-mère du pollen et du sac embryonnaire ; les noyaux sexuels sont donc, quant au nombre des segments chromatiques des demi-noyaux. — M. J. Vesque : Les groupes nodaux et les épharmonies convergentes dans le genre *chusia*. — M. Le Moutil annonce que les essais de propagation du parasite du ver blanc signalé par lui ont réussi ; la propagation naturelle, s'effectuant vraisemblablement au moyen de la dissémination des spores par le vent, s'est d'ailleurs amplement produite. — MM. Prillieux et Delacroix ont déterminé ce parasite comme un *Botrytis* voisin de celui qui provoque la muscadine du ver à soie ; il peut être aisément cultivé. — MM. M. Bertrand et Zurcher signalent près de Toulon un lambeau de phyllades (schistes précambriens) superposés au Trias ; ils considèrent ce lambeau comme le témoin d'un grand pli couché enlevé par l'érosion. — M. Roussel étudiant les phénomènes de recouvrement qu'il introduit dans les couches primaires de la partie supérieure de la vallée de l'Ariège, encaissées dans le gneiss, voit dans ces recouvrements non l'effet d'une série de failles, mais le résultat d'une poussée continue déformant un pli synclinal pendant le dépôt des couches. — M. J. Thoulet a observé au moyen d'une série de flotteurs de densités graduées la diffusion de l'eau douce dans l'eau de mer dans un vase au repos ; il a constaté que cette diffusion s'effectue avec une extrême lenteur. — M. L. Vaillant indique, par l'étude d'un point particulier de la côte normande, comment on peut se servir de la distribution des espèces animales sur les rochers pour délimiter les diverses zones littorales.

Mémoires présentés. — M. Devaux adresse une note sur un nouveau système du moteur hydraulique. — M. Van Waddingen soumet au jugement de l'Académie un mémoire sur la direction des aérostats et un mémoire sur un nouveau mécanisme locomoteur. — M. Arnaud adresse, en réponse à une communication de MM. Lépine et Barral du 23 février 1891, une note sur le ferment glycolytique du sang. — M. E. François adresse un complément à sa note du 20 avril dernier sur une boussole cadran solaire. — M. Bural adresse un mémoire sur la gravitation universelle.

L. LAPICQUE.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 12 mai 1891.

La suite de la discussion sur la dépopulation a été ajournée à quelques semaines pour supplément d'études. — M. Magitot, à l'occasion d'un mémoire de M. Hallopeau sur une observation de *cocainisme chronique*, expose l'histoire complète de la cocaïne, dont l'emploi comme anesthésique a pris une grande extension dans la pratique chirurgicale. Toutefois, à la suite de certains accidents graves ou mortels attribués, à tort ou à raison, à la cocaïne, il s'était élevé contre son

emploi des craintes sérieuses et une certaine réprobation, que M. Magitot, après enquête des faits, déclare ne pas partager. Il termine son rapport par certaines règles d'administration de la cocaïne en chirurgie. Les voici : 1^o La dose de cocaïne doit être proportionnelle à l'étendue de la surface à anesthésier, elle ne dépassera en aucun cas 8 à 10 centigrammes. 2^o Elle ne devra jamais être employée chez les cardiaques, dans les affections chroniques des voies respiratoires et chez les névropathes. 3^o On devra éviter son introduction dans les veines. 4^o L'injection devra toujours être pratiquée chez un sujet couché, sauf à le relever ensuite s'il s'agit d'une opération sur la tête ou dans la bouche. 5^o La cocaïne devra être d'une pureté absolue, certains mélanges avec d'autres alcaloïdes étant d'une nature particulièrement toxique. 6^o L'introduction de la cocaïne devra être fractionnée de manière qu'une première injection, servant d'épreuve, soit suivie d'un temps d'arrêt de quelques minutes. 7^o Ainsi employée d'une façon graduée et méthodique, la cocaïne présente sur le chloroforme, l'éther, etc., de grands avantages, et la durée de l'effet anesthésique est toujours suffisante pour permettre d'entreprendre toutes les opérations de la chirurgie ordinaire. — M. Constantin Paul : Rapport sur un mémoire de M. le D^r Magnan sur le traitement de la tuberculose par l'inhalation d'air surchauffé.

Ont été élus correspondants nationaux MM. Farge (Angers) et Duché.

Séance du 19 mai 1891.

M. Robin : La baignation chlorurée sodique, ses effets sur la nutrition, les nouvelles indications. L'auteur étudie l'action physiologique de la baignation chlorurée sodique et en déduit les lois générales suivantes au point de vue clinique : 1^o La baignation chlorurée sodique reconnaît comme indication majeure tous les états morbides dans lesquels il y a une hypoazoturie, c'est-à-dire diminution des échanges azotés. 2^o L'amoindrissement des oxydations azotées constitue la deuxième indication. 3^o La troisième indication générale relève de l'action d'épargne, exercée par la baignation chlorurée sodique sur les tissus riches en phosphore et sur ceux qui sont à la fois riches en azote et en phosphore. — M. Proust : Mesures de prophylaxie prescrites en 1890 contre le choléra en Espagne. — M. Gariel : De la transparence de certains tumeurs. La translucidité absolue pouvant exister avec la présence, dans la tumeur, d'un corps complètement opaque, l'auteur fait connaître un moyen simple de faire apparaître l'ombre de ce corps qui n'est pas visible par l'éclairage ordinaire, et, par suite, de mettre en évidence sa présence dans la tumeur.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 9 mai 1891.

M. Laulanié signale la néphrite et l'hépatite qu'il a vues constamment à la suite de la thyroïdectomie chez le chien ; ces altérations ont le caractère d'inflammations toxiques ; les urines contiennent des sels biliaires et leur toxicité est fortement augmentée. — M. Retterer a constaté chez le fœtus d'un grand nombre de mammifères que le cloisonnement du sinus urogénital pour former le vagin s'effectue suivant un mode analogue à celui qu'il a décrit pour la femme. — M. A. Pilliet décrit l'estomac d'un *pangolin* (Edentés) ; cet estomac comprend deux poches, dont la première correspond aux trois premières poches d'un ruminant, et dont la seconde constitue l'estomac vrai. — M. d'Arsonval, observant les contractions d'un muscle de grenouille au moyen d'une membrane vibrante attachée à son tendon, a constaté que l'action d'une lumière intense privée de ses rayons thermiques et agissant périodiquement, produit un son dont la hauteur répond au nombre d'excitations lumineuses ; la lumière excite donc le muscle, mais d'une façon trop faible pour que

les mouvements soient directement perçus. — M. d'Arsonval a fait de nouveaux essais démontrant la décomposition de sels minéraux et des urates par l'acide carbonique à haute pression. — M. Ch. Féré rapporte un cas de sialorhée paroxystique précédant des attaques épileptiformes chez un paralytique général. — M. P. Mégnin a trouvé l'intestin d'une Mouette entièrement obstrué par l'*Holostomum platycephalum*. — M. P. Mégnin a rencontré dans des déjections de Loutre des embryons de l'*Echinorhynchus proteus* en très grand nombre. — M. L. Mandereau a reconnu que l'humeur aqueuse contient toujours des bacilles chez les bovidés tuberculeux ; il propose l'examen de cette humeur comme moyen de diagnostic hâtif de l'infection. — M. R. Blanchard détermine comme *Tænia gracilis* une forme jeune de Cestode trouvée par M. Th. Scott chez un Ostracode, le *Candona rostrata* ; c'est donc par l'intermédiaire de ce crustacé que s'infecteraient les canards. — M. A. Gilbert et J. Girode rapportent un cas de péritonite suppurée chez un cobaye, après injection sous-cutanée de culture du bacille d'Eberth ; ce bacille se retrouvait seul dans le pus.

Séance du 16 mai 1891.

M. J. Héricourt et Ch. Richet ont continué leurs recherches sur l'immunité contre la tuberculose aviaire que produit chez le lapin le sérum du sang de chien. Le sérum des chiens ayant reçu des inoculations inefficaces donne une immunité certaine contre les cultures médiocrement virulentes, s'il est injecté avant l'infection ; il en est de même du liquide qui s'accumule dans le tissu sous-cutané des chiens au point où a été pratiquée une inoculation tuberculeuse ; ces liquides injectés au lapin après l'inoculation du virus, en favorisent au contraire l'action. — M. Ch. Féré rapporte un cas de suppression de la sécrétion lactée à la suite d'un accès d'épilepsie. — M. Marfan signale comme un symptôme constant et précoce de la phthisie pulmonaire, un abaissement notable de la tension artérielle, mesurée sur l'artère radiale par le sphygmomanomètre de Potain. — Mme Eliacheff a étudié les substances non dialysables des urines humaines, chez des individus sains et chez des fiévreux ; au point de vue de la composition chimique, le résidu non dialysable se distingue dans le second cas par la plus forte proportion d'oxygène et d'azote ; au point de vue physiologique, il est bien plus toxique ; 10 centigrammes tuent rapidement un lapin, qui succombe tardivement à 25 centigrammes du résidu de l'urine normale ; l'auteur s'est injecté à elle-même sous la peau 1 centigramme de chaque extrait ; le premier n'a eu aucune action, le second a produit un état fébrile. — M. Ch. W. Stiles a étudié l'embryologie des Linguatules sur des échantillons de *Pentastomum proboscideum* recueilli par lui dans les voies respiratoires d'un boa, il a réussi à faire développer les œufs et se produire des kystes chez la souris. — M. A. Souques a examiné le champ visuel dans la maladie de Basedow et il ne l'a trouvé rétréci en aucun cas. — M. A. Charpentier qui avait déjà communiqué des expériences tendant à démontrer que l'impression lumineuse se propage à la surface de la rétine sous forme d'ondes signale la production de franges d'interférence dans le cas de déplacement sur fond noir d'un point lumineux à éclat périodique, avec une vitesse convenable ; ces expériences assignent à l'onde rétinienne une période d'environ 1/30 de seconde. — M. Nepveu a obtenu de bons résultats dans le traitement de l'angine diphtérique par les injections du sublimé dans les amygdales, le voile du palais et les ganglions du cou. — M. L. Guignard : Sur la constitution des noyaux sexuels chez les végétaux (Voir Comptes rendus, 11 mai). — M. Remy Saint-Loup a obtenu les premières phases du développement de l'œuf de la poule, extrait de sa coquille et réintégré dans une coquille de verre. — M. G. Grigoresco indique une méthode de diagnostic des myélites reposant sur la détermination du temps

de réaction aux divers points du corps. — A propos de la note de M. Lalanité (séance précédente), M. Gley rapporte qu'il a constaté une augmentation de la toxicité urinaire chez les chiens thyroïdectomisés, mais moindre que l'augmentation relatée par M. Lalanité.

Séance du 23 mai 1891.

M. Albarran présente un travail sur la tuberculose rénale ascendante. — M. Laveran signale l'existence dans le sang de l'aloquette d'hématozoaires très voisins de ceux du paludisme. — M. Depoux présente un malade qui avait offert la plupart des symptômes de l'ataxie, et qui a été considérablement amélioré par des injections de suc testiculaire. — M. Déjerine pense qu'il s'agissait d'un pseudo tabes hystérique. — M. Babinski rappelle qu'il a présenté des cas de tabes vrai guéris. — M. Laveran rapporte avoir examiné autrefois le malade en question, qui avait une démarche ataxique typique, et qui fut réformé pour ce fait du service militaire. — M. Déjerine accorde que les symptômes de l'ataxie peuvent cesser d'évoluer, par fois même subitement, comme lorsque le tabétique devient aveugle, mais le diagnostic du tabes vrai est souvent difficile à établir pendant la vie. — M. Brown-Séquard fait observer que le malade qui fait l'objet de la discussion ne présente aucun stigmate hystérique. MM. Féré et Demanthe ont constaté que la marche baisse peu à peu la voute plantaire, qui reprend sa cambrure par le repos. — M. d'Arsonval indique un dispositif, consistant dans l'emploi d'un condensateur en dérivation sur le fil enroulé d'une bobine, pour obtenir une décharge lente de l'électricité, capable d'exciter la fibre musculaire à l'exclusion des éléments nerveux. — M. Morau a étudié les modifications qui se produisent chez les rongeurs dans l'épithélium tubo-ovaire à l'époque de la ponte ovulaire. — M. Vigouroux : Influence des variations de la force électro-motrice sur les effets physiologiques des courants continus.

L. LAPICQUE.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 13 mai 1891.

M. Moureaux signale une curieuse anomalie magnétique dont il a constaté l'existence dans les éléments relatifs au bassin de Paris. Dans cette région, les courbes isogones sont loin d'avoir la régularité qu'on leur attribue dans les cartes ordinaires. Elles présentent un plissement très considérable comme si elles étaient brusquement repoussées dans une direction qui part de Rouen pour se diriger vers Sancerre. Cette constatation résulte de plusieurs centaines de déterminations fort précises effectuées par l'auteur dans toute cette région, en des stations toutes très voisines les unes des autres. Au point de vue des déviations de l'aiguille aimantée, les choses se passent comme s'il existait à un pôle sud. La nature de ce pôle est confirmée par les perturbations correspondantes dans la composante horizontale et l'inclinaison. La même anomalie s'observe sur les côtes d'Angleterre, et ne s'éteint que dans le voisinage d'Oxford. Dans toute la région soumise à cette perturbation, la géologie n'a pas constaté jusqu'ici l'existence de roches magnétiques, même aux profondeurs des puits artésiens. Est-ce là une indication nouvelle relative aux couches plus profondes de l'écorce terrestre, ou ne serait-ce pas dû à l'influence exercée par une faille connue sur les courants telluriques ? L'explication définitive est encore prématurée. — M. Hospitalier présente un dispositif simple pour obtenir la réalisation des lignes de force électrostatiques par des fantômes analogues aux spectres magnétiques. Dans un cristalliseur, on verse une couche de quelques centimètres d'essence de térébenthine bien desséchée, tenant en suspension de petits cristaux de sulfate de quinine, qui joueront le rôle de la limaille. Ce choix a déjà été indiqué par M. Schapman, d'Adélaïde. Pour porter deux points du liquide à des potentiels diffé-

rents, on y fait arriver des tiges conductrices reliées aux deux pôles d'une machine électrostatique. Les lignes de force se dessinent aussitôt avec la plus grande netteté. On peut varier les apparences de diverses manières, par exemple en plaçant dans le liquide un anneau métallique qui produit une ligne équipotentielle avec zone inactive à l'intérieur. Ce sont là des expériences de cours qui réussissent sans difficulté. — M. Mascart signale à ce propos un autre procédé qu'il emploie depuis longtemps avec succès ; il consiste à coller sur une plaque de verre deux lames métalliques constituant les deux pôles et à laisser tomber d'une certaine hauteur sur la plaque des poils de brosse coupés en très petits morceaux. — M. d'Arsonval indique un nouveau procédé de stérilisation des liquides organiques. Dans ce procédé, qui permet aussi le filtrage du liquide, et même la séparation fractionnée dans le cas de liquides complexes, la stérilisation est obtenue à froid, à la température ordinaire, ce qui évite de recourir aux autoclaves et offre le précieux avantage de ne pas coaguler les substances albuminoïdes. Le liquide est placé dans un tube résistant et reçoit au moyen d'une bouteille à acide carbonique liquide reliée au tube, une pression de 25 à 40 atmosphères. Au bout d'une demi-heure, les germes les plus réfractaires sont tués sans retour. De plus, dans le cas des liquides provenant de tissus de l'organisme, pour lesquels l'appareil a été spécialement conçu, l'acide carbonique outre ses propriétés bactéricides, présente l'avantage de ne pas altérer la composition de ces liquides, car c'est le gaz normalement en contact avec les tissus, puisque les éléments anatomiques vivent dans la lymphe qui en est saturée. La filtration se produit en disposant à la partie inférieure, au lieu d'un bouchon plein, un obturateur muni d'une bonnie filtrante du système Chamberland. La nature de la porcelaine importe, elle doit être très riche en alumine, mais presque exempte de matières vitrifiables. Dans la filtration les divers constituants d'un liquide complexe passent à des pressions différentes, de sorte qu'en graduant la pression, on arrive à une véritable séparation. On peut isoler ainsi la peptone de l'albumine et séparer les divers ferments du liquide pancréatique. Enfin M. d'Arsonval a été amené à une importante constatation au point de vue chimique. À ces fortes pressions, l'acide carbonique devient capable de déplacer les acides chlorhydrique, bromhydrique, dans les chlorures et bromures de sodium et de potassium.

Edgard HAUDRIÉ.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 22 mai 1891.

M. Couturier a déterminé les constantes d'éthérification de l'alcool pinacolinique et a trouvé les nombres correspondants à un alcool secondaire. Vitesse initiale, 16,64 ; limite 50,51. Le bromure pinacolinique préparé en saturant à 0° l'alcool pinacolinique par l'acide bromhydrique est un solide fusible vers 24° à 25° ; il donne par la potasse alcoolique ou la potasse sèche deux carbures isomériques C_6H_{12} : le pseudobutyléthylène $(CH_3)_3C=CH=CH_2$ et le tétraméthyléthylène $(CH_3)_2C=C(CH_3)_2$. Le premier de ces carbures donne un bromure liquide $C_6H_{12}Br_2$; et son oxydation par le permanganate de potassium conduit au glycol $(CH_3)_3C=CHOH=CHOH$ bouillant à 197°. Le tétraméthyléthylène traité de la même manière régénère la pinacone ; combiné à l'acide hypochloreux il donne une chlorhydrine qui traitée par la potasse sèche conduit à l'oxyde de tétraméthyléthylène. Le bromure pinacolinique traité par l'ammoniaque aqueuse à 100° ne donne pas d'amine, mais seulement le tétraméthyléthylène ; la transposition moléculaire est complète, et la forme symétrique paraît être la plus stable pour les hydrocarbures dérivés de la pinacone. — M. Maquenne montre que la réaction de M. E. Fischer permet un dosage approximatif des sucres, un même poids de di-

vers sucres chauffés avec de la phénylhydrazine donne des poids d'ozones très différents. — M. Maquenne a préparé d'assez grandes quantités de tréhalose, il en a préparé l'octacétine; et en appliquant la réaction précédente, pu démontrer qu'il se dédouble en deux molécules de glucose. — M. Haller rappelle qu'en traitant les deux éthers acétylacétiques monochlorés par le cyanure de potassium, il a obtenu deux éthers cyanacétylacétiques différents, dont l'un des l'a conduit à une nouvelle synthèse de l'acide citrique. Au contraire l'éther acétylacétique monobromé ne donne par le cyanure de potassium que de l'éther succinylsuccinique. — M. Haller a étudié l'action des alcoolates de sodium sur le camphre et le camphre cyané, à de hautes températures; il se forme des composés dérivant de ces corps par addition d'une molécule de l'alcool employé. M. Haller admet qu'il y a rupture du noyau aromatique et formation d'un carboxyle aux dépens du carbonyle du camphre. En traitant le produit obtenu avec le camphre cyané par l'acide chlorhydrique on obtient un acide bibasique comme l'acide camphorique; et comme cela arrive, ainsi que l'a montré M. Friedel pour cet acide, les deux éthers monoéthériques sont différents. M. Haller qui admet dans tous ces composés l'existence de deux carboxyles pense que cette différence est due à ce que ces deux carboxyles sont liés à des résidus différents et croit que c'est là un fait général, que des déterminations thermochimiques, qu'il n'a pas encore pu faire, mettront sans doute en évidence. — M. Friedel fait remarquer que l'existence des deux carboxyles n'est pas démontrée et que les observations de M. Haller sont facilement expliquées par les formules proposées par M. Friedel pour les acides camphoriques, formules qui ne contiennent qu'un carboxyle et un oxydyle rendu acide par le voisinage de groupements électro-négatifs. — M. A. Combes dit que les données thermochimiques connues ne permettent pas d'admettre l'interprétation de M. Haller, les chaleurs de neutralisation de l'acide acétique et de l'acide benzoïque, par exemple, étant identiques. — M. Van 'T Hoff a cherché une explication des anomalies que présente la loi de M. Raoult, dans le cas où on obtient un abaissement du point de congélation inférieur à celui que prévoit la théorie; ce fait se présente quand on opère sur : 1° le thiophène, en employant le benzène comme dissolvant; 2° le métacrisol, avec le phénol comme dissolvant; 3° l'antimoine avec l'étain comme dissolvant; 4° le β naphthol avec le naphthalène comme dissolvant; et a trouvé que pour le premier, le troisième et le quatrième cas, cette anomalie est due à ce que les premiers cristaux du dissolvant qui se forment entraînent une quantité d'eau mère qui apparait la dissolution du corps que l'on examine. Il a mis ce fait en évidence en employant une troisième substance soluble dans le dissolvant : l'iode dans les cas 1, 2 et 4, l'argent dans le troisième. Cette explication est vérifiée très exactement pour le premier, le troisième et le quatrième cas; elle ne paraît pas s'appliquer au second. — M. Bertrand a étudié les colorations que donne une solution chlorhydrique de résorcine sur certains sucres et trouvé qu'elle est due à l'action qu'exerce ce réactif sur les furfurols qui prennent naissance dans cette action; il a expérimenté avec l'isodulcite et le méthylfurfurol, l'arabinose et le furfurol.

A. COMBES.

SOCIÉTÉ MATHÉMATIQUE DE FRANCE

Séance du 20 mai 1891

M. Félix Lucas montre le parti qu'on peut tirer du théorème de Green sur le flux de force dans l'étude des fonctions d'une variable imaginaire, grâce à une interprétation mécanique convenable de certains éléments analytiques liés à ces fonctions. Il démontre, en particulier, par cette voie, le théorème de Cauchy sur les zéros des fonctions algébriques et entières, en

n'y faisant intervenir que la notion du module. — M. Bioche : Sur les systèmes de courbes transformées homographiques les unes des autres dans l'espace. Condition pour qu'il y ait sur une surface une famille de courbes homographiques. Cas des lignes asymptotiques des surfaces réglées. — M. Fouret présente de la part de M. Godefroy une note sur la relation entre les rayons de courbure des développées de deux courbes transformées l'une de l'autre par rayons vecteurs réciproques. — M. Fouret fait connaître une formule nouvelle qui permet de calculer par voie récurrente les réserves successives des Assurances sur la vie. — M. d'Ocagne indique une construction par points et tangentes des cubiques cuspidales (unicursales de la troisième classe), lorsqu'on connaît les points de rebroussement et d'inflexion avec les tangentes en ces points. — M. Appell adresse une Note où il signale, en coordonnées elliptiques, une forme générale de fonction de force satisfaisant à l'équation de Jacobi et conduisant à de nouveaux problèmes de mouvement d'un point attiré suivant la loi de Newton, dont la solution peut se ramener aux quadratures.

M. D'OCAGNE.

SOCIÉTÉS MARITIMES SCIENTIFIQUES

INSTITUTION OF NAVAL ARCHITECTS.

Session 1891.

M. A. F. Yarrow. *Sur la construction des chaudières à tirage forcé.* — On sait que l'étalement du faisceau tubulaire constitue l'une des plus grandes difficultés que l'on ait à surmonter dans les chaudières à haute pression. La recherche des véritables causes des fuites de vapeur, et des moyens d'y remédier forme l'objet de cette communication de M. Yarrow, l'éminent constructeur de torpilleurs. Après quelques remarques sur la qualité des tubes, qui doivent être d'un métal aussi ductile que possible, et soigneusement recuits aux extrémités de façon à supporter l'aplatissement ou le pliage sans se fendiller, il étudie la *disposition générale des tubes et leur ajustage dans les plaques*. Les tubes doivent être parfaitement droits, ou, s'ils sont infléchis, leur courbure devra être la même pour tous, en vue d'assurer une élasticité uniforme. L'épaisseur du bout du tube sera régulière, afin qu'il soit également comprimé sur tout son pourtour par l'expander, outil spécial servant à renfiler le tube et à le serrer dans son logement. Enfin le métal doit être décapé et sa surface parfaitement nette pour mieux adhérer au métal de la plaque. Un point important trop souvent négligé, c'est que la forme de l'expander corresponde exactement à celle des trous : que ceux-ci soient coniques ou cylindriques, il doit en être de même de l'outil. Il est indispensable que la pression soit régulière sur toute la surface. M. Yarrow décrit en passant un expander de forme spéciale dont il se sert avec succès : les rouleaux, terminés par deux renforcements, compriment le tube dans l'épaisseur de la plaque et forment en même temps un épaulement de chaque côté. Au point de vue de la main-d'œuvre, l'habitude de dudgeonner les tubes de proche en proche est nuisible à la plaque qui est ainsi soumise à des efforts locaux considérables. Il est bon de ne travailler que 3 ou 4 tubes voisins, et de passer à une autre région. Certains constructeurs visent les tubes dans les plaques : c'est un procédé défectueux qui ne supprime pas les fuites et qui complique les réparations. Les bagues sont aussi peu efficaces : leur seule utilité est d'opposer une résistance aux courants de flamme trop impétueux qu'elles régularisent. M. Yarrow a depuis plusieurs années supprimé les *tubes-tirants* qui, plus rigides que les autres, ne travaillent pas d'ensemble; d'ailleurs la tenue des tubes ordinaires est amplement suffisante. — Les tirants du foyer font fuir les tubes en empêchant la plaque de tête de se dilater librement. L'auteur a même réussi à faire

cesser des fuites, en faisant passer les tirants au travers de presse-étoupes qui leur laissent du jeu lorsque les fûts étaient poussés. Il recommande donc de ne pas placer de tirants trop près du bord de la plaque de tête, et d'amincir le bord tombé de cette dernière. On peut même infléchir les tirants dont les effets de dilatation ne portent plus dès lors sur les plaques. En un mot, on doit chercher par tous les moyens possibles à assurer l'élasticité de toutes les parties. *L'écartement des tubes* sera réglé de manière à faciliter le renouvellement de l'eau au contact de la surface de chauffe, et à empêcher la vapeur de rester emprisonnée, surtout au voisinage de la plaque de tête. Avec des tubes de 50 mm. et pour une combustion de 400 à 500 k. par mètre carré de grille et par heure, il faut au moins 25 mm. d'intervalle. Quant à la longueur des tubes, elle doit être en rapport avec leur diamètre pour qu'ils aient l'élasticité nécessaire. Les tubes trop gros ou trop courts doivent donc être rejetés comme étant trop rigides. — En étudiant expérimentalement les *déformations des tubes* pendant toutes les périodes de la chauffe, M. Yarrow a constaté que ceux de la rangée supérieure se courbent les premiers, puis graduellement, de haut en bas, ceux des autres rangées. Leur courbure est alors très accentuée, car les plaques sont encore fixes. Mais quand la pression en s'élevant commence à agir sur celles-ci, les tubes, soumis à une traction se redressent, et à 11 k. environ la courbure a totalement disparu. De là, la nécessité de pourvoir largement à la dilatation. Les efforts auxquels sont soumis le corps de la chaudière pendant la mise en pression sont également bien plus considérables que ceux qui s'exercent en pleine marche. En vue de réduire cette fatigue l'auteur a essayé avec succès de faire le plein de la chaudière au début, et de laisser l'eau s'écouler par le bas jusqu'à ce qu'elle reprenne son niveau normal, au fur et à mesure de l'élévation de température. La partie supérieure de l'enveloppe s'échauffe ainsi dès le commencement, et en même temps l'eau froide des fonds est expulsée. Dans la période de refroidissement, les efforts sont moindres et d'une nature toute différente. Mais, d'une façon générale, il faut éviter les brusques changements de température, et en particulier, il est mauvais de mettre bas les fûts trop précipitamment. — Les plaques sont d'ordinaire recuites après que les bords ont été rabattus; il serait désirable d'attendre que les trous y aient été percés, en laissant une légère épaisseur à aléser après coup. La limitation du tirage, généralement imposée au constructeur, est funeste aux chaudières; car la plus grande résistance offerte à l'air étant celle de son passage à travers le faisceau tubulaire, on se voit souvent forcé d'augmenter le diamètre ou de réduire la longueur des tubes, ce qui diminue leur élasticité. Il serait préférable de limiter la température du foyer en limitant la combustion, et de fixer le tirage convenant à cette combustion et à chaque chaudière en particulier. — La *tendue d'un tube* ou la pression qui s'exerce entre lui et la plaque, résulte de leur élasticité collective mise en jeu d'un côté par l'expansion du tube, de l'autre par la compression des bords du trou. On augmentera cette tenue en ne se contentant pas de dudgeonner le tube, mais en le chassant de force dans la plaque avant de le distendre. On voit en outre que lorsqu'arrive un courant d'air froid, le tube, plus mince, se contracte plus vite que la plaque et peut donner lieu à une fuite; par suite il y a intérêt à réduire l'épaisseur des plaques autant que le permettent les conditions de leur résistance, afin de rapprocher leur élasticité de celle des tubes dont elles ont à suivre les déformations. — Les plaques à tubes ont leurs deux faces soumises à des températures extrêmement différentes; il en résulte pour elle une tendance à se courber sous l'influence de dilatations inégales, et les efforts alternatifs provoqués par des variations de température incessantes, chaque fois que l'on ouvre ou que l'on ferme la porte du foyer, leur

font subir des déformations permanentes. En même temps, les trous s'ovalisent, favorisant les fuites. Ici encore une plaque mince, étant sujette à de moindres efforts moléculaires, aura l'avantage sur une plaque épaisse. M. Yarrow pense que c'est une erreur de donner aux plaques plus de 12 mm. On pourrait, selon lui, descendre jusqu'à 9 mm., épaisseur encore suffisante pour la tenue des tubes et pour la solidité de la plaque que leur faisceau entretient déjà efficacement. — Pour la *distribution des trous*, M. Yarrow recommande la disposition en quinconces, comme affaiblissant moins les plaques et répartissant mieux les efforts. — Pour le choix du *métal des plaques*, on se guidera sur la moindre propension à fléchir sous l'action de températures inégales aux deux faces. A cet égard le cuivre est bien supérieur à l'acier, car bien que se dilatant davantage, dans la proportion de 3 à 2, le cuivre possède en revanche une conductibilité 6 fois plus grande que l'acier, et sa déformation est moindre. D'ailleurs l'action galvanique que l'on pourrait redouter entre les deux métaux ne s'est jamais manifestée. M. Yarrow, se basant sur l'expérience de plusieurs années, se prononce donc en faveur du cuivre pour les boîtes à feu. La conclusion de cette étude, c'est que les fuites provenant de déformations permanentes dues aux efforts exagérés que subissent certaines parties des chaudières du type locomotive, il y a lieu de rechercher par dessus tout l'élasticité dans l'ensemble de leur construction.

L. VIVET.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

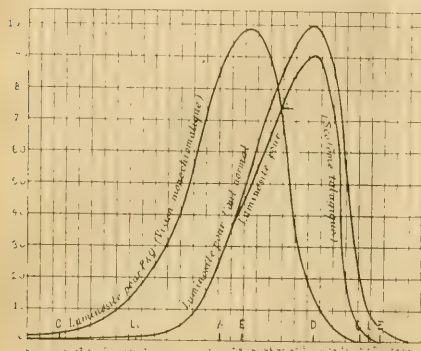
Séance du 14 mai 1891. ¹

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. Lannor fait une communication sur la théorie des machines électrodynamiques.

2^o SCIENCES NATURELLES. — M. W. de Wabney fait une communication sur l'examen du sens de la couleur dans un cas de scotome (Tobacco Scotoma) et deux cas d'achromatopsie anormale. Les trois sujets ont été examinés à divers points de vue : aptitude à distinguer les couleurs, aptitude à apprécier la luminosité des diverses parties du spectre, sensibilité à la lumière. On a recherché sur le premier sujet quelle était l'étendue des sensations de couleur sur la rétine. Ce sujet que nous désignerons du nom de X., était atteint d'une amblyopie assez grave due à l'usage du tabac. Le scotome était très marqué et la perte du sens des couleurs était très complète. De nombreuses expériences ont établi que X. avait complètement perdu la perception du rouge et du vert dans la partie centrale de la rétine. Une lumière rouge et une lumière verte placées l'une à côté de l'autre lui semblaient toutes deux blanches. Grâce à des appareils spécialement construits à cet effet, (V. *Phil. Transact.* 1886-1889) on a pu juxtaposer à une bande de lumière blanche des bandes colorées d'égale luminosité prises dans les diverses régions du spectre. On a pu déterminer ainsi l'aptitude de X. à apprécier la luminosité des diverses teintes. La courbe ci-jointe indique les résultats qu'on a obtenus. Les deux autres sujets qui ont été examinés étaient frères, nous pouvons les désigner sous les noms de P et de Q. Ils ont de la couleur une perception monochromatique. Ils appellent bleu le rouge, et rouge le bleu ou le vert, ils ne distinguent pas en réalité les couleurs. Les courbes de luminosité sont presque identiques dans les deux cas; aussi n'en a-t-on donné qu'une seule dans la figure ci-jointe. Cette courbe est semblable à l'une des courbes des sensations fondamentales de couleur de Helmholtz et Young. Elle est très remarquable et montre que chez les deux frères une excitation très intense est produite

¹ Il n'y a pas eu de séance le 7 mai.

par les rayons bleus du spectre qui leur apparaît comme étant d'une seule couleur. Le maximum de luminosité est environ en E, mais c'est au voisinage de F que l'intensité des sensations lumineuses s'écarte le plus de l'intensité normale, cette région est en effet huit fois plus lumineuse que pour un œil normal. Aussi les sujets P et Q ont-ils un grand avantage sur les observateurs normaux pour l'observation des raies peu marquées (*faint lines*) qui sont situées dans la



partie bleue du spectre. En résumé l'un des malades ne percevait dans la partie centrale de la rétine que le blanc et le bleu; les deux autres ne percevoient qu'une seule couleur, leurs sensations visuelles sont monochromatiques. — M. W. de Wabney fait une autre communication sur la limite de visibilité des différents rayons du spectre. Il a institué des expériences pour déterminer cette limite et pour déterminer aussi en quel rapport elle se trouve avec la luminosité d'une lampe à l'acétate d'amyle située à un pied d'un écran. Il a constaté que les rayons de longueur d'onde λ 4770 environ sont les plus persistants. Il est donc aisé de comprendre que dans l'étude spectroscopique d'une lumière de faible intensité, on doit découvrir tout d'abord les rayons bleus et verts; et qu'il peut exister dans le jaune et le rouge des rayons de plus grande intensité sans qu'ils affectent le sens de la vue. Ce fait peut rendre compte de quelques résultats singuliers donnés par l'examen spectroscopique de sources lumineuses de faible intensité; les raies jaunes et rouges font défaut dans ce cas; c'est ainsi que par exemple on n'a jamais vu dans le spectre d'une nébuleuse la raie C de l'hydrogène, bien que la raie F (dans le bleu) soit d'ordinaire très visible. — M. H. G. Seeley présente à la société les nouveaux résultats de ses recherches sur la structure, l'organisation et la classification des reptiles fossiles. Il communique des observations nouvelles sur le *Pareiasaurus*. Il distingue au point de vue de la faune cinq zones dans les roches de Karoo; il les désigne en partant de la plus profonde sous les noms de Mesosaurienne, Pareiasaurienne, Dicynodontienne, Theriodontienne, et Zanesodontienne. La zone pareiasaurienne s'étend de la station de Prince Albert Road aux montagnes de Nieuwveld, M. S. a reçu un squelette presque entier de Bad (à l'est de Tamboer), et des portions de squelette d'autres localités. Les seuls points qui restent obscurs, ce sont certains détails du tarse et du carpe et le nombre des doigts. L'examen des pièces montre qu'aucun caractère des dents ni des mâchoires ne permet de distinguer l'*Anthodon* du *Pareiasaurus*, et que le genre *Propappus* est probablement un genre imaginaire, qu'on a constitué en se basant uniquement sur les caractères d'un fémur.

Richard A. GREGORY.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 17 avril 1894.

VISITE DE LA SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES
À CAMBRIDGE

Le 9 courant la Société a rendu visite à l'antique Université située sur les bords de la Cam. Réunis à la gare de Liverpool Street, les membres et les visiteurs au nombre d'une centaine (un grand nombre de dames étaient de la partie) ont pris place dans des wagons-salons, et sont partis à 11 heures précises. Recus à Cambridge par les membres de la Société, ils ont pris part à un lunch servi au collège Emmanuel à 1 heure; puis à 2 heures la séance de la Société s'est tenue dans la salle de lecture du laboratoire Cavendish. Après la séance visite au laboratoire où sont exposés entre autres appareils, un tube vide étincelant de 50 pieds de long, du professeur J. J. Thomson, le pont pneumatique de M. Shaw, et les nouveaux condensateurs à lame d'air que M. Glazebrook emploie comme étalons. On voit encore les bobines et les appareils dont lord Rayleigh s'est servi pour la détermination de l'ohm, une collection d'instruments ayant appartenu à Maxwell et les résistances étalons de l'Association britannique avec le cadre tournant et l'électrodynamomètre historiques qui ont servi à déterminer l'unité B.A. On a pris le thé dans la salle de réunion du collège de la Trinité, et à 8 heures, la plupart des visiteurs ont repris l'express, enchantés de leur promenade, tandis que quelques autres restaient jusqu'au lundi pour pouvoir se livrer à d'intéressantes conversations scientifiques avec les savants de Cambridge. A la séance, ont été faites les communications suivantes : « Quelques expériences sur les décharges électriques dans les tubes vides », par M. J. J. Thomson : Les phénomènes que présentent les tubes vides sont compliqués par la présence des électrodes; aussi l'auteur a-t-il provoqué la décharge dans des tubes fermés sans électrodes par induction électromagnétique. Une bouteille de Leyde donne des décharges oscillantes, qui passent dans des tubes de verre remplis de mercure et ces tubes constituent le circuit primaire, le tube vide jouant le rôle de circuit secondaire. Entre autres résultats à signaler, l'auteur observé que la conductibilité du tube vide croît quand la pression diminue jusqu'à une certaine limite, pour diminuer ensuite, ce qui prouve que la grande résistance du vide presque parfait ne tient pas à la présence des électrodes. La décharge paraît se produire plus aisément quand il n'y a, pour ainsi dire, qu'une chaîne de molécules de même espèce. En ajoutant quelques traces de mercure on supprime la décharge, bien que la conductibilité du mercure soit très supérieure à celle du vide. — Quelques expériences sur la vitesse des ions par M. Whetham. Quand le courant passe dans un vase contenant deux électrolytes diversement colorés, on peut suivre avec le temps le déplacement de la surface de séparation. On peut prendre une solution aqueuse de chlorure de cobalt, qui est rose et une solution alcoolique du même sel qui est bleue. Deux solutions aqueuses de chlorure cuivrique et de sel ordinaire mises dans un tube en U, on voit la ligne de séparation se déplacer de 7 pouces en 3 heures. Les résultats qu'on déduit de ces recherches concordent sensiblement avec ceux de Kohlrausch. — « Sur la résistance de quelques étalons de mercure » par M. Glazebrook. Trois étalons de résistance en mercure fournis en 1885 par M. Benoit et représentant l'ohm du congrès de Paris, ont été étudiés de nouveau, et comparés aux étalons de l'Association britannique. Dans les limites des erreurs d'expériences les étalons sont restés invariables pendant ces six années. — « Sur un appareil pour mesurer la compressibilité des liquides » par M. Skinner. C'est une large bouteille sphérique terminée par un col étroit, permettant d'apprécier les variations de volume avec une sensibilité telle qu'une

variation d'un demi-millionième se traduit par un déplacement du niveau liquide de 1 centimètre dans le col. Le coefficient de compressibilité, mesuré à diverses températures, diffère peu de celui de Tait et des autres auteurs. L'influence des sels en solution a été étudiée, et l'on a trouvé une grande différence entre les électrolytes et ceux qui ne le sont pas. — « Quelques mesures avec un pont pneumatique », par M. Shaw. L'appareil est comparable à un pont de Wheatstone, il doit permettre de comparer la résistance à l'écoulement de divers orifices. Deux branches sont représentées par deux trous circulaires percés dans une mince lame de mica, la troisième par un orifice qu'on peut ouvrir à volonté au moyen d'un volet mobile et d'un écran et la quatrième correspond à l'orifice à étudier. La pile est remplacée par une sorte de brûleur Bunsen à longue cheminée, et le galvanomètre par un tube de verre faisant communiquer deux chambres opposées et contenant une vanne qui se place d'elle-même à angle droit dans le tuyau quand il n'y a aucun courant d'air. Le courant d'air arrivant dans une première chambre par le brûleur se bifurque et s'échappe par les deux trous de la lame de mica; il se rend de là dans les deux chambres où la pression est à comparer et s'en échappe par les deux orifices dont l'un est celui qui est donné, et l'autre celui qui est variable à volonté. L'égalité de pression dans les deux chambres exige la proportionnalité des quatre résistances à l'écoulement. Cet appareil si ingénieux fait ressortir d'une manière frappante les analogies hydrodynamiques du courant électrique.

SOCIÉTÉ ROYALE D'ÉDIMBOURG

Séance du 4 mai

M. John Aitken communique une méthode pour observer et compter le nombre de particules d'eau qui se trouvent dans un brouillard. On pouvait songer à faire déposer l'humidité sur une glace polie, mais l'auteur a prouvé qu'on peut avoir ainsi des surfaces parfaitement sèches, tout en ayant une grande quantité de gouttelettes d'eau dans l'air : le brouillard est formé par la condensation de la vapeur d'eau autour des poussières de l'air, c'est seulement quand cette condensation atteint une certaine limite qu'elle donne lieu à la bruine. L'instrument dont il se sert est analogue au compte-poussières de poche : il consiste en un micromètre de verre divisé en carrés de côté connu, un miroir envoie de la lumière sur ce carrelage et une lentille puissante ou un microscope permet de l'examiner. Dans un brouillard qui a été étudié, les objets étaient invisibles à 100 yards (91 mètres environ) et les surfaces polies exposées restaient sèches. Le nombre de gouttes tombées par minute a varié de 300 à 3000 par centimètre carré. Un autre jour, les conditions extérieures restant les mêmes en apparence, on a trouvé 1300 gouttes par centimètre carré et par minute. Pour éviter la cause d'erreur qui provient de l'échauffement et de la vaporisation des gouttes dans la couche d'air qui est au contact du micromètre, avant l'arrivée sur ce micromètre l'auteur entoure le microscope concentriquement d'un tube de 3 cm. de long et de 4 cm. de diamètre dont le fond et le haut peuvent être simultanément fermés par des couvercles mobiles autour d'un axe parallèle à l'axe du tube. Un micromètre éclairé et fixé au centre de la base inférieure, et au centre de la base supérieure est une petite ouverture correspondant à la lentille du microscope. L'instrument peut servir à observer les moindres poussières de l'atmosphère.

M. J. M. Macfarlane fait une communication sur la comparaison de la structure des plantes hybrides et de celles de leurs parents.

W. PEDDIE,

Docteur de l'Université.

ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

Séance du 3 mai 1891.

La séance du 3 mai précédait d'un jour la séance plénière des trois classes, dans laquelle, outre les intérêts généraux qu'il y avait à traiter, devait avoir lieu l'élection du secrétaire perpétuel, successeur de feu le général Liagre. — C'est en raison de ces circonstances probablement qu'aucun membre n'a fait de communications à la séance de la Classe des Sciences. — M. le marquis de Coligny, associé étranger (Versailles) qui y assistait, a fait une lecture très intéressante dont voici le résumé. Dans la séance de l'Académie Royale de Belgique du 4 avril 1891 le marquis de Coligny avait présenté, entre autres observations, des considérations sur la manière d'utiliser sans inconvénient le mouvement acquis des grandes colonnes liquides. Dans la séance du 3 mai, il a fait une communication qui en est le complément, dont il lui paraît intéressant de signaler l'utilité, pour le cas spécial où l'on a des écluses de navigation *double* déjà construites et dont les chutes ont d'assez grandes hauteurs. Dans les circonstances dont il s'agit, au lieu de n'employer, comme il aurait désiré, qu'une seule écluse simple aussi élevée que la totalité des deux chutes, il propose de vider, quand on trouve l'écluse pleine, la plus haute en relevant une partie de l'eau au bief supérieur, et de remplir la moins élevée, supposée d'abord vide, en tirant une partie de l'eau du bief inférieur. Les avantages de cette manœuvre sont discutés et, à cause des constructions déjà faites, il se contenterait de proposer deux appareils séparés, tandis qu'il n'y en aurait qu'un seul s'il n'y avait qu'une seule chute d'une grandeur suffisante.

F. F.
Membre de l'Académie.

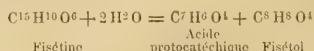
ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 8 mai 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Ph. Knoll, de Prague : « Sur la théorie des fractions d'approximation. »

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. Puluj, de Prague : « Sur les actions de forces électromotrices sinusoïdales de direction constante, dans un conducteur doué de selfinduction. » Les résultats prévus par le calcul, notamment ce résultat qui semble paradoxal, à savoir que l'intensité moyenne du courant est indépendante de la selfinduction, tandis que le carré moyen de l'intensité et la chaleur moyenne mise en jeu varient avec la selfinduction, ont été vérifiés au moyen d'expériences que l'auteur a effectuées à l'aide d'un inducteur terrestre qu'il a construit. — M. Herzig, de Vienne, communique une série de mémoires, à savoir : I. « Sur l'histoire de l'euxanthone. » L'auteur montre qu'il y a un certain parallélisme entre les propriétés des dérivés de la quercétine et celles des corps du groupe de l'euxanthone. Les dérivés de la quercétine fournissent des produits alcooliques jaunes, insolubles dans la potasse, et qui se transforment par l'anhydride acétique et l'acétate de soude en combinaisons acétylalcooliques blanches. C'est aussi le cas pour l'euxanthone. On obtient une monoéthyleuxanthone jaune, insoluble dans la potasse et qui fournit pourtant une acétylmonoéthyleuxanthone blanche en insistant sur la réaction, ou à la diéthyleuxanthone de Graebe et Ebrart, qui avec la potasse alcoolique en tube scellé redonne le monoéthyleuxanthone jaune. L'action de l'acide sulfurique concentré transforme également la diéthyleuxanthone en monoéthyleuxanthone. II. « Etudes sur la quercétine et ses dérivés. VI^e mémoire : le poids moléculaire de la quercétine. » En se reportant aux travaux antérieurs de l'auteur, il montre que l'hypothèse de deux oxygènes caractéristiques d'une fonction quinone n'est plus nécessaire. Le poids moléculaire déterminé expérimentalement est 294, et il concorde très bien avec l'ancienne formule de Löwe : $C^{16}H^{10}O^6$. Les analyses de tous les dérivés de la quercétine qui ont été jusqu'ici

L'objet d'une étude sérieuse concordent aussi avec les valeurs déduites de la formule, III. « Etudes sur la quercétine et ses dérivés : VII^e mémoire : fisétine. » Les analyses de Schmid et celles de l'auteur assignent à la fisétine la formule $C^{15}H^{10}O^6$; il y a quatre groupes oxyhydriles ; la quercétine est ainsi une oxyfisétine ; ce qui s'accorde bien avec la propriété qu'a la fisétine de donner par oxydation sous l'influence de l'oxygène de l'air, de l'acide protocatéchnique et de la résorcine, tandis que dans la même réaction la quercétine donne de l'acide protocatéchnique et de la phloroglucine. Sous l'action de la potasse alcoolique, les dérivés alcooliques de la fisétine sont dédoublés, suivant la formule



L'auteur se réserve de poursuivre l'étude du fisétol quand il en aura des quantités suffisantes. Pour le moment, il se contente de constater que le fisétol doit être un dérivé de la résorcine, et d'ailleurs qu'il contient un groupe cétonique ou aldéhydique, puisqu'il donne un composé avec la phénylhydrazine.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. Ph. Knoll, de Prague « sur les muscles striés clairs et sombres, blancs et rouges. » — M. Graber, de Czernowitz, « contribution à l'embryologie comparée des insectes. » — Le commandant du vaisseau *Kerka* envoie une étude sur la côte nord du golfe de Patras, concernant les variations dans le sous-sol de la mer, qui s'y sont produites. Il est peu probable qu'il s'y soit produit des entraînements de bancs, car les conditions ne sont pas les mêmes que dans le golfe de Corinthe, sur la côte ouest de la Grèce ou aux îles Ioniennes. M. Forster, directeur de la compagnie des télégraphes orientaux à Zante, a depuis longtemps étudié ces phénomènes : à la suite de tremblements de terre, des câbles télégraphiques se sont souvent rompus et dans quelques cas, cette rupture a pu être attribuée à un affaissement du fond de la mer le câble se brisant alors sous l'effort de son propre poids. Le sondage d'un certain nombre de lignes dans le canal de Zante, aux points où M. Forster supposait les plus grandes variations dans le niveau du sous-sol de la mer n'a pas apporté de preuves suffisantes à l'appui de l'hypothèse d'un affaissement du sous-sol. Quant au phénomène d'émanations sulfureuses dans le golfe de Patras, les renseignements fournis par le consul français à Patras, M. de Gaspary, en confirment la réalité.

Emil WEYR,
Membre de l'Académie.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE SAINT-PÉTERSBOURG

Séance du 22 avril 1891.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Bredikhin : Sur les Perséides d'après les observations russes de 1890. Plus de dix astronomes ont observé à Poulkova les aéroolithes au mois d'août 1890. Les matériaux recueillis par ces observateurs ont été comparés et étudiés par M. Bredikhin qui arrive à cette conclusion : le courant des

aéroolithes n'est pas délimité par un point ou un petit rond mais présente une surface considérable parsemée de radiants. L'auteur explique ce phénomène par sa théorie, d'après laquelle les aéroolithes tombent sur la terre en suivant un trajet présentant des faisceaux coniques avec un élargissement assez considérable. Les propriétés des orbites de chacun des aéroolithes, ainsi que les résultats des observations sur la position des surfaces de ces orbites, font croire que la durée de la chute, et en partie la multiplicité de ses divers radiants peuvent être expliquées par l'action perturbatrice des planètes, et plus particulièrement par celle de la terre. L'auteur se borne à des considérations générales et se propose d'étudier prochainement plus en détail cette question compliquée. — M. Tchebycheff : Rapport sur le travail du capitaine Schiff intitulé : *Essai d'une application de la théorie de l'élasticité à l'étude de l'action du tir d'un canon sur son affût*. La question traitée par M. Schiff très importante au point de vue pratique est en même temps une des plus difficiles au point de vue mathématique. Un des plus grands mathématiciens du siècle, Poisson, membre de l'Institut de France, s'en est déjà occupé dans son mémoire publié en 1823 et intitulé : *Formules relatives aux effets du tir d'un canon sur les différentes parties de son affût*. Malgré tout le génie du savant français, malgré les perfectionnements apportés depuis dans sa théorie, plusieurs points de cette question délicate restent encore obscurs. L'ouvrage de M. Schiff présente un pas en avant vers la solution définitive du problème. Au contraire de ce qu'ont fait Poisson et ses successeurs, l'auteur considère l'action du tir sans supposer que l'affût reste invariable. De là des équations différentielles qui ne peuvent être intégrées sans avoir recours à des simplifications basées sur des suppositions s'écartant plus ou moins de la vérité ; les formules obtenues ainsi ne présentent que des expressions approchées de ce qui a lieu en réalité et ce que démontre l'expérience. Le travail de M. Schiff sera publié dans les suppléments aux Mémoires de l'Académie.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. N. Beketoff : *Notice sur la chaleur de combinaison du Brome et de l'Iode avec le Magnésium*. Ces recherches ont pour but de fournir des faits nouveaux confirmant les idées de l'auteur concernant l'influence du poids relatif des éléments qui entrent en combinaison sur l'énergie, et partant, sur la chaleur de la combinaison. En outre ces recherches démontrent, comme conséquence de ce qui vient d'être énoncé, qu'il n'existe point de différence constante dans les chaleurs de réaction par suite de la substitution d'un élément à l'autre. L'expérience confirme pleinement les prévisions de l'auteur : la chaleur de combinaison du Brome et de l'Iode avec le Magnésium est moindre que la chaleur de combinaison de ce dernier métal avec l'oxygène, tandis que pour plusieurs autres métaux, cette chaleur est supérieure à la chaleur de leur oxydation.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. Famintzin : Note de M. Kouznetsoff sur deux nouvelles variétés du genre *Rhamnus* trouvées dans le Caucase : *Rhamnus cathartica* L. var. nova de *Caucasica* Kusnez et *Rhamnus alpina* L. var. nova *Colchica* Kusnez.

O. BACKLUND,
Membre de l'Académie.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

EDMOND BECQUEREL

Alexandre-Edmond Becquerel, qui vient d'être soudainement enlevé à la Science, le 11 mai dernier, né à Paris, le 24 mars 1820. Reçu à l'Ecole Normale en 1837, et à l'Ecole Polytechnique en 1838, il préféra à l'enseignement de ces écoles celui qu'il pouvait puiser dans un commerce journalier avec son père, et devint en 1838 aide-naturaliste au Muséum. Docteur en 1840, chargé d'une suppléance à la Sorbonne en 1844, professeur à l'Institut agronomique en 1850 à

Versailles, et dans ces dernières années au nouvel Institut agronomique créé à Paris, c'est au Conservatoire des Arts et Métiers et au Muséum qu'il a exercé pendant de longues années toute son action comme professeur. Il était membre de l'Institut depuis 1863, et en a été président en 1880. La Société Royale de Londres se l'était associé en 1889. Il était membre de la Société Centrale d'Agriculture de France, et Président honoraire de la Société d'Encouragement pour l'Industrie

Nationale. Depuis 1881 il était Commandeur de la Légion d'honneur.

En collaboration avec son père, Edmond Becquerel a publié régulièrement des recherches sur la température du sol et de l'air dans les circonstances les plus variées, des notes sur le dépôt galvanique de divers métaux, et trois ouvrages : un *Traité de Physique terrestre et de Météorologie* (1847), un *Traité d'Électricité et de Magnétisme* (1855-56) et un *Précis de l'histoire de l'Électricité et du Magnétisme* (1858).

En collaboration avec M. Frémy, un mémoire sur l'Ozone (1852).

Les *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, les *Mémoires* qu'elle publie, les *Annales de Physique et de Chimie*, les *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers* contiennent les très nombreux et très variés travaux d'Edmond Becquerel. Dans l'aperçu que je vais tenter d'en donner, je ne viserai pas à être complet, j'essaierai seulement de faire deviner l'étendue du champ qu'il a parcouru en tous sens, et de caractériser le genre de curiosité qui l'animait.

En électricité, ses recherches ont porté surtout sur la conductibilité et la théorie de la pile. En 1843, il vérifie la loi de Joule pour la chaleur dégagée dans les conducteurs ; en 1846, il emploie la méthode correcte du galvanomètre différentiel à la comparaison des résistances des métaux à diverses températures. L'étude de la résistance des dissolutions salines, à divers degrés de concentration, plus difficile à cause de l'influence des électrodes qu'il est nécessaire d'éliminer, lui fait reconnaître que, pour certains sels, tels que le sel marin, le sulfate de cuivre, la résistance décroît constamment depuis la plus grande dilution jusqu'à la saturation ; pour d'autres au contraire, déliquescents, tels que le sulfate de zinc, la résistance présente un minimum pour une certaine concentration. Même les gaz purs laissent passer un courant continu, sous la pression atmosphérique à la température du rouge (1853) ; mais la résistance mesurée n'est pas indépendante de l'intensité du courant ; elle dépend aussi des métaux et la nature du phénomène reste encore obscure.

Plusieurs mémoires, dans lesquels les inventeurs de piles nouvelles ne se sont pas fait faute de puiser, sont consacrés à l'étude des piles, à l'influence des dépolarisants liquides ou même solides, comme dans la pile au sulfate de plomb gâché avec du sel marin (1860) ; aux forces électromotrices qui prennent naissance entre deux électrodes identiques plongées dans le même liquide, lorsqu'on agite l'une d'elles ; aux piles à gaz (1852), que l'on peut construire avec un seul gaz, l'hydrogène, un seul liquide, une solution de chlorure d'or, et deux électrodes d'un seul métal, le platine, dont l'une est entièrement immergée dans le liquide, et l'autre traverse l'atmosphère d'hydrogène et plonge de quelques millimètres seulement dans le liquide.

Partisan décidé de la théorie chimique de la pile, Becquerel a pourtant contribué à montrer qu'une différence de potentiel peut naître entre deux corps, — par quelle mystérieuse action, nous l'ignorons encore, mais le fait est certain — sans action chimique appréciable, en établissant (1856) qu'une machine à frottement débite autant d'électricité, qu'on garnisse ses coussins de talc, de plombagine, ou de bisulfure d'étain et des divers amalgames d'usage courant. — D'ailleurs, l'existence de forces électromotrices thermoélectriques montre bien l'existence de ces forces électromotrices de contact ; Becquerel les a étudiées à diverses reprises, et en particulier dans un mémoire paru dans les *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers* (1866), où il a passé en revue un très grand nombre de couples thermoélectriques formés de métaux purs, d'alliages variés et de sulfure de cuivre, indiquant avec soin la manière de les fabriquer. Un grand nombre de ces couples ont des forces électromotrices supérieures à celle du couple de bismuth et cuivre, 8 fois plus grandes pour le plus puissant (tellure-maillechoirt), 6 fois à 6 fois et demie pour

le couple sulfure de cuivre-maillechoirt, tant de fois essayé depuis par les inventeurs de piles thermoélectriques industrielles. — Enfin le couple platine-palladium a été comparé au thermomètre à air jusqu'à 1100° et employé ensuite à la graduation des deux ou trois couples les plus énergiques jusqu'à la température de fusion de l'un de leurs constituants. Les températures de fusion et d'ébullition de quelques corps déterminés au moyen du thermomètre à air avec réservoir de platine, contestées d'abord par MM. Sainte-Claire-Deville et Troost, ont été ensuite presque exactement confirmées par les travaux de M. Violle. — Parmi beaucoup de travaux sur les décompositions électriques, et la galvanoplastie, un surtout mérite une mention spéciale, celui de 1844 sur la loi de Faraday, qui est devenu classique, et par lequel nous savons que dans les composés binaires en proportions variées, c'est au métalloïde et non au métal que s'applique la loi des poids atomiques.

Les résultats acquis dans l'étude du magnétisme induit sont plus nouveaux, plus personnels et forment un ensemble important. Dans un premier mémoire (1845) les indications de Pouillet sur les variations temporaires ou permanentes que la température produit dans les propriétés magnétiques du fer, de la fonte, de l'acier, etc., sont confirmées ; le cobalt, le nickel, en masse, en grains, ou en poudre fine sont étudiés, ainsi que les corps les plus variés, et la conclusion suivante s'impose : ce n'est pas à un mélange avec des traces de substances magnétiques que sont dues les propriétés magnétiques faibles d'un grand nombre de substances ; ces propriétés subsistent même dans les substances pures. A ce résultat déjà important devait s'en ajouter un autre plus curieux en 1849. L'action que subit un corps dans un champ magnétique dépend du milieu qui l'entoure. Certains verres qui se dirigent suivant la ligne des pôles dans l'air s'orientent perpendiculairement à cette ligne et paraissent diamagnétiques, quand ils sont entourés de solutions de certains sels de fer ou de cobalt, plus magnétiques. Inversement une tige de cire blanche, qui est diamagnétique dans l'air, paraît magnétique et s'oriente suivant la ligne des pôles dans les solutions concentrées de chlorure de calcium ou de magnésium, plus diamagnétiques. Les forces apparentes résultent d'une compensation entre les actions exercées sur le milieu et celles exercées sur le corps mobile lui-même, comparée très justement par Becquerel à la compensation analogue dont le principe d'Archimède fournit la mesure pour les corps pesants. L'orientation d'une tige de verre entourée de divers gaz, ou mise dans le vide, a permis alors de vérifier le résultat déjà obtenu par Faraday, que la plupart des gaz n'ont qu'une action très faible, mais que l'oxygène est nettement magnétique. Un autre artifice des plus ingénieux a permis d'augmenter beaucoup ces actions ; un morceau de charbon poreux, qui dans le vide paraît très faiblement diamagnétique, sert à mettre en évidence l'action des gaz dont il s'imprègne en très grande quantité ; il est très fortement attiré quand c'est de l'oxygène qu'il a condensé ; repoussé à des degrés divers quand c'est l'un des gaz suivants : protoxyde d'azote, gaz oléifiant, acide carbonique, cyanogène, ammoniac, et l'action est assez grande pour permettre des mesures, et montrer que l'action de l'oxygène est proportionnelle à sa densité. On conçoit quel intérêt s'attache à cette découverte, vu la masse énorme d'oxygène qui entoure notre globe ; les variations de pression de cette masse ne peuvent manquer d'influencer l'aiguille aimantée, dans une certaine mesure, et expliquent une partie au moins des variations périodiques et régulières que l'on observe dans les éléments du magnétisme terrestre.

En optique, à part un mémoire en commun avec Cahours (1840) sur les indices de réfraction d'un grand nombre de liquides organiques, mémoire qui contient une première indication de l'influence de la composition chimique, et deux mémoires sur la polarisa-

tion rotatoire magnétique (1846-1849), ce sont les modifications temporaires ou permanentes, chimiques ou physiques, produites par la lumière, que Becquerel a surtout étudiées. Ces recherches sont d'ailleurs les plus connues; elles sont réunies dans les deux volumes de son traité sur la *Lumière* (1868). L'étude des actions photographiques l'a occupé dès le début de son existence scientifique; en 1840, il présentait un mémoire, inséré dans le volume des *Mémoires des savants étrangers* pour 1841, sur l'action subie par les plaques daguerriennes, ou les chlorures, bromures, etc., d'argent avec ou sans excès de nitrate, et avait ainsi l'occasion de constater l'action directe des radiations ultraviolettes, et l'action continuatrice des radiations moins réfringibles. Il est impossible d'entrer dans le détail des résultats obtenus, et ici comme dans ses travaux sur les piles, Becquerel a fourni aux photographes de profession une ample moisson de faits nouveaux, dont ils ont su tirer parti.

Mais je veux faire remarquer que ces travaux ont contribué, comme ceux de Melloni, à donner à la physique moderne la notion que représente le mot *radiation*, d'un emploi maintenant si universel. Dans ce mémoire de 1840, Becquerel s'assurait que les radiations ultraviolettes de l'arc électrique et celles du soleil produisent les mêmes effets sur toutes les substances photographiques. En 1842, il photographiait les raies du spectre solaire lumineux et ultra violet, et s'assurait que la position de ces raies est indépendante de la substance photographique employée, et même, à la demande d'Arago (1843), du milieu qui la baigne; il vérifiait aussi qu'il en est de même des raies que révèle la phosphorescence. En 1843, étudiant l'action des écrans colorés ou non, il reconnaissait que si un écran atténue ou fait disparaître une des manifestations de la radiation, il agit de même sur toutes les autres manifestations, lumière, action chimique sur une substance quelconque, phosphorescence, fluorescence. Ces notions sont devenues vulgaires, un mot les résume, « la radiation est absorbée »; mais ce n'est point une raison pour oublier à qui nous devons le droit d'employer ce mot, ni combien d'expériences il suppose, qu'on ne mentionne même plus.

Dès 1839, Becquerel avait reconnu qu'on fait naître un courant électrique entre deux liquides (bichlorures, bromures, etc. — et solutions salines dans l'alcool), quand on éclaire la surface de séparation et cette observation étendue aboutissait en 1841 à la construction de l'actinomètre électrique, qui permet de mesurer par une force électromotrice l'action produite par la lumière sur les matières impressionnables telles que le chlorure d'argent, instrument dont, à mon sens, on n'a pas encore tiré tout ce qu'il peut fournir de notions sur la nature des actions photographiques.

Enfin en 1848, des observations antérieures répétées et discutées amenaient Becquerel à produire sur une lame couverte de chlorure d'argent une image colorée du spectre solaire, par la seule action de la lumière; ces images qui datent de plus de quarante ans, et qu'on n'a pu fixer, se sont conservées intactes dans l'obscurité et rivalisent d'éclat avec celles que M. Lippmann a récemment obtenues et fixées par un procédé physique entièrement différent. Rappelons à quel mode de préparation Becquerel s'était enfin arrêté en 1854: la plaque d'argent est suspendue dans une solution étendue d'acide chlorhydrique, qu'on décompose au moyen d'un courant. Un voltamètre à eau acidulée placé dans le circuit fait connaître, par le volume d'hydrogène dégagé, le volume du chlore déposé sur la plaque, et on arrête lorsque cette quantité est de 6,5 à 6,9 centimètres cubes par décimètre carré d'argent, ce qui donne une couche d'environ un millième et demi de millimètre de chlorure d'argent. La petitesse de ce

nombre indique que la théorie invoquée par M. Lippmann pour ses propres images n'est plus tout à fait suffisante ici et doit être au moins complétée.

Parlerai-je des recherches sur la phosphorescence (1860 et suiv.), l'œuvre capitale d'Edmond Becquerel? Deux mots ne seraient pas assez, et cette notice a des bornes; d'ailleurs l'importance même de ces travaux les a rendus classiques, il n'y a pas un traité de physique générale, en France ou à l'étranger, qui ne les mentionne, ne résume les résultats, et ne décrive le phosphoroscope. Il ne faut pas se contenter de ces résumés, il faut lire le traité sur la *Lumière*: influence de l'intensité et de la couleur des radiations incidentes; loi d'émission de la lumière par le corps phosphorescent, en fonction du temps; inégalités des vitesses d'émission des diverses couleurs; quantité totale de lumière accumulée, et influence d'une élévation de température pour en précipiter l'émission; influence du mode de préparation des corps phosphorescents sur la lumière qu'ils émettent, etc., tout a été étudié avec précision.

Le nombre et l'étendue des mémoires publiés par Becquerel, au cours de sa longue carrière, la variété et plus encore la nature des sujets abordés rendent difficile de donner en peu de mots une idée claire de son œuvre. Il a presque toujours dédaigné les phénomènes déjà coordonnés, groupés autour d'une théorie précise, et dont il semble qu'il ne reste plus qu'à faire de bonnes et nombreuses mesures; et quand il en a abordé l'étude, ce qui l'a toujours attiré ce sont surtout les aspects encore indécis et mal connus de ces phénomènes. Souvent il a réussi, à force de peine, d'expériences multipliées et modifiées de toutes les manières imaginables, à apporter de la clarté là où il n'y avait avant lui que confusion et ignorance; jamais il n'a cru inutile de contrôler les résultats obtenus par d'autres physiciens ou admis sans preuve directe, par ce penchant trop naturel à étendre les énoncés bien en dehors des limites des observations. Il a toujours eu soin de faire porter ses observations sur les substances les plus diverses, et pour une même substance chimique, sur toutes ses variétés obtenues par tous les modes de préparation. C'est un genre de recherches qui a compté peu de représentants pendant le dernier quart de siècle; la plupart des esprits subissaient la séduction des admirables travaux de Coulomb, de Volta, de Fresnel, d'Ampère, qui par une seule expérience dans laquelle la nature de la matière employée intervient à peine, nous ont donné une connaissance si complète déjà des propriétés du milieu impondérable qu'étudie presque exclusivement la physique générale. Mais pour que dans ces recherches un corps puisse servir de type et faire connaître du premier coup les propriétés d'un groupe important, il faut que le classement soit déjà fait; travail des deux siècles qui nous ont précédé pour les phénomènes électriques.

C'est un travail de ce genre, poussé du premier coup très loin, qu'a accompli Becquerel, dans ses recherches sur les propriétés magnétiques de tous les corps, et dans celles sur la phosphorescence. Une jeune et vaillante pléiade de chimistes, munis d'une solide instruction physique, a repris le goût de ces recherches variées, et espère découvrir entre les propriétés physiques des corps et leur constitution chimique des relations générales: les deux volumes sur la *Lumière*, ses causes et ses effets, contiennent nombre de faits bien dignes d'exciter leur curiosité; à ceux qu'intéresse surtout la physique générale, les mêmes faits rappellent combien les meilleures théories sont encore peu compréhensives et incapables de saisir les relations entre la matière pesante et le milieu impondérable, ce qui est aujourd'hui le grand mystère.

Marcel BRILLOUIN.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

L'INSENSIBILISATION CHIRURGICALE

Si l'on songe à toutes les souffrances épargnées depuis un demi-siècle aux hommes et aux animaux par la découverte des anesthésiques, on demeure convaincu qu'aucune des inventions dont la science a doté l'humanité n'est plus merveilleuse et plus bienfaisante. Nous allons essayer d'exposer les faits et de discuter les méthodes qui permettent d'appliquer ces agents à l'insensibilisation chirurgicale.

I

L'origine de cette application est véritablement scientifique : elle appartient à la physiologie expérimentale. Les propriétés du premier agent anesthésique connu ont été, en effet, révélées par les expériences faites en 1799 par Humphry Davy, alors préparateur du médecin Beddoes, qui avait fondé à Clifton, près de Bristol, un *Institut* pneumatique pour y étudier l'action physiologique et thérapeutique des corps gazeux. On ne saurait conserver aucun doute à cet égard, car, dans l'un de ses mémoires sur le protoxyde d'azote, Davy a indiqué très nettement les propriétés anesthésiques de ce gaz et la possibilité de les utiliser en chirurgie. « Le protoxyde d'azote, dit-il, paraît jouir entre autres propriétés de celle d'abolir la douleur. On pourrait l'appliquer avec avantage dans les opérations de chirurgie qui ne s'accompagnent pas d'une très grande effusion de sang. » Mais ce n'est qu'en 1844 que le dentiste américain Horace Wells, à la suite d'une séance de vulgarisation scientifique, où l'on avait répété sous ses yeux les expériences de Davy, résolut de tenter le premier essai pratique d'anesthésie chirurgicale. L'expérience réussit et Wells démontra que l'on pouvait pratiquer l'extraction d'une dent sans que le patient res-

sentit aucune douleur ; mais il reconnut bien vite aussi que ce procédé d'anesthésie ne pouvait pas être appliqué dans les opérations de longue durée. Il entreprit aussitôt de perfectionner son invention, mais il ne réussit qu'à se voir ravir le fruit de son initiative et de ses efforts par son élève, son collègue et son ami, Morton. Abreuvé de dégoût, Wells, après avoir appris aux hommes à vaincre la douleur, s'ouvrit les veines dans un bain, le 14 janvier 1848, tandis qu'il respirait de l'éther pour se procurer une mort plus douce, seul bénéfice qu'il dût retirer de sa découverte.

Morton avait abandonné son maître pour s'associer à un chimiste du nom de Jackson, avec lequel il entreprit d'utiliser dans la grande chirurgie l'éther sulfurique, dont les propriétés anesthésiques avaient été déjà entrevues par Thornton, par Faraday, et signalées par Orfila et Christison. Il paraît même certain que, dès 1842, l'éther avait été utilisé dans les opérations par divers praticiens et, entre autres, par Crawford Long, médecin à Jefferson en Géorgie.

Si l'on voulait d'ailleurs rechercher le véritable inventeur, non du premier agent anesthésique pratique, mais de l'anesthésie elle-même, il faudrait remonter jusqu'à l'homme qui eut le premier l'idée de s'enivrer pour échapper à la douleur. Toutefois on ne saurait méconnaître dans Horace Wells l'initiateur, l'apôtre, pourrait-on dire, de l'anesthésie chirurgicale.

Les expériences cliniques faites par Morton à l'hôpital de Boston ne tardèrent pas à être répétées avec le plus grand succès en Angleterre d'abord, puis en France et en Allemagne, et bientôt dans toute l'Europe.

Bien que les effets obtenus fussent déjà fort satisfaisants, puisque dans nos grands hôpitaux lyonnais et dans d'autres services on accorde souvent encore aujourd'hui la préférence à l'anesthésie par l'éther, les recherches se multiplièrent et les savants envahirent en foule ce nouveau domaine. C'est qu'en effet, comme l'avait dit Velpeau en 1847 à l'Académie des Sciences, *l'insensibilisation est un fait de nature à impressionner profondément, non seulement la chirurgie, mais encore la physiologie, voire même la psychologie.*

De ces recherches, entreprises pour la plupart dans des laboratoires de physiologie, sont sorties des découvertes nouvelles, d'un intérêt moins apparent peut-être que les observations cliniques, mais qui n'en constituent pas moins au point de vue scientifique et pratique de précieuses acquisitions. La plus importante pour la chirurgie est due au physiologiste français Flourens, qui, le 8 mars 1847, annonçait à l'Académie des Sciences les curieux effets produits sur les animaux par les inhalations d'un composé chimique, le chloroforme, découvert en 1831 par Soubeiran : « Si l'éther est un agent merveilleux et terrible, disait Flourens, le chloroforme est plus merveilleux et plus terrible encore. »

En raison de ses qualités toutes spéciales, le chloroforme remplaça bientôt presque partout l'éther, mais en même temps les accidents mortels se multiplièrent. Comment régler l'action du chloroforme ? Comment domestiquer cette force brutale qui faisait ici des merveilles et là supprimait la vie avec la douleur sans que l'on sût pourquoi ?

Mille moyens empiriques furent imaginés pour être presque aussitôt après abandonnés, parce qu'on avait négligé une condition fondamentale du succès, l'étude physiologique du chloroforme. On cherchait vainement à conjurer des accidents dont on ignorait le mécanisme, par des moyens dont on ne pouvait calculer l'effet.

II

C'est à Paul Bert que revient l'honneur d'avoir ramené le problème sur son véritable terrain, celui de l'expérimentation méthodique, par les mélanges titrés d'air et de chloroforme : il y fut conduit par ses belles recherches sur l'action de la *pression barométrique sur les êtres vivants*. Le savant physiologiste français avait repris l'étude de l'anesthésie par le protoxyde d'azote à peu près au point où l'avait laissée l'infortuné Horace Wells. Mais, plus heureux que lui, il parvint, en substituant à l'empirisme grossier du dentiste américain, la méthode expérimentale, dont son illustre maître Claude Bernard venait de doter définitivement la physiologie, à démontrer que la possibilité d'obtenir une anesthésie prolongée par le

protoxyde d'azote n'était pas une conception chimérique. Cependant toute tentative dans cette voie semblait vouée d'avance à l'insuccès : aussi cette découverte de Paul Bert produisit-elle d'abord une surprise d'autant plus profonde qu'elle n'était pas due au hasard, mais à une analyse rigoureuse et scientifique établissant une fois de plus l'infaillibilité du déterminisme en physiologie.

Respiré pur, le protoxyde d'azote anesthésie, mais ne permet pas l'entretien de la fonction respiratoire, en dehors de laquelle la vie n'est pas possible. D'autre part, si l'on mélange à ce gaz assez d'oxygène pour que la respiration puisse s'exercer, il perd aussitôt son action anesthésique. Or, l'explication de ce fait, en apparence paradoxal, serait encore à trouver, si l'ingénieur expérimentateur n'avait su démontrer qu'elle ressort clairement de la loi qu'il avait établie antérieurement, à savoir que : *l'action des gaz sur les êtres vivants est réglée par leur tension partielle.*

En d'autres termes, quand le protoxyde d'azote est respiré pur, il pénètre dans le poumon sous la pression d'une atmosphère et, dans cet état physique, il est anesthésique. L'effet sera le même si l'on offre au poumon, c'est-à-dire au plasma sanguin qui le traverse, un mélange gazeux où la pression particulière sera encore d'une atmosphère, la pression totale du mélange étant naturellement supérieure. Mais on conçoit facilement qu'il soit impossible d'introduire dans le poumon un gaz à une pression supérieure à celle d'une atmosphère à moins que le patient ne soit lui-même plongé tout entier dans un milieu gazeux dont la pression sera égale à celle d'un mélange respirable dans lequel le protoxyde d'azote sera soumis à une pression partielle d'une atmosphère. L'expérience vint démontrer l'exactitude rigoureuse des indications que pouvait fournir la théorie à la pratique en physiologie et en thérapeutique. L'anesthésie prolongée, sans asphyxie, par le protoxyde d'azote, fut en effet obtenue immédiatement en faisant respirer un mélange de cinq volumes de protoxyde d'azote et d'un volume d'oxygène, amené en même temps que le sujet en expérience à une pression supérieure de 15 centimètres de mercure seulement à la pression atmosphérique.

Là où toutes les tentatives empiriques d'Horace Wells avaient échoué, la méthode scientifique triomphait. On put croire un instant que l'idéal de l'anesthésie générale était enfin trouvé : au bout d'une ou deux minutes l'insensibilité complète et la résolution musculaire étaient obtenues sans révolte de l'organisme ; la respiration et la circulation se maintenaient régulières ; le sang conservait sa couleur ; la température animale, son degré, et, après 3 ou 4 respirations à l'air libre, le

sujet se réveillait, avec toute sa vivacité, sans aucun malaise, sans aucune fatigue.

On comprend que dans de telles conditions l'anesthésie ait pu être prolongée sans danger pendant plusieurs heures consécutives; d'ailleurs, le protoxyde d'azote ne s'accumule pas dans l'organisme, son élimination et son absorption étant rigoureusement réglées, comme la dissolution d'un gaz dans un liquide, par le rapport des tensions du gaz dissous dans le plasma sanguin et de celui du mélange.

Malheureusement le procédé de Paul Bert n'était applicable que dans de grands appareils assez vastes pour contenir le patient et l'opérateur avec ses aides, et dans lesquels il fallait comprimer l'air et le mélange anesthésique soit au moyen de pompes mues par de puissantes machines à gaz ou

à vapeur, soit à grand renfort de bras (fig. 1). Les difficultés pratiques, le prix considérable de ces appareils, dont quelques-uns seulement fonctionnent dans les grands hôpitaux et chez de rares praticiens, empêchèrent l'adoption dans la pratique courante de la meilleure méthode d'anesthésie connue jusqu'à ce jour, celle de Paul Bert.

C'est alors que l'infatigable chercheur, auquel on a si violemment et si injustement reproché ses expériences sur les animaux, songea à engager dans une autre direction la lutte contre la douleur. Il entreprit de rechercher si la loi physiologique serait la même pour un mélange de chloroforme et d'air que pour un mélange de protoxyde d'azote et d'oxygène. Dans cette hypothèse, la proportion de vapeur de chloroforme suffisante pour endormir étant moins considérable que celle du protoxyde d'azote, il n'aurait plus été nécessaire de faire intervenir la pression extérieure pour obtenir un état d'équilibre dans lequel l'organisme aurait été maintenu au même degré de saturation aussi longtemps qu'il l'eût fallu. Après quelques essais préliminaires, que l'imperfection des premiers appareils gazométriques employés avait entachés d'inexactitude, Paul Bert pencha d'abord vers l'hypothèse dont il recherchait la vérification expérimentale et qu'il devait bientôt abandonner.

III

C'est à ce moment que je commençai, en qua-

lité de préparateur de l'éminent physiologiste et sous sa direction, une longue série de recherches, qui n'étaient pas sans danger à cause du contact prolongé et répété de l'expérimentateur avec les vapeurs du terrible agent anesthésique. Cette fois les expériences étaient plus rigoureusement conçues et, si l'espoir de ranger les vapeurs anesthésiques sous la même loi physiologique que les gaz devait être abandonné, il n'en devait pas moins sortir des efforts communs du maître et de l'élève une méthode pratique dont la supériorité ne saurait être contestée : l'anesthésie par les mélanges titrés mécaniquement dont on trouvera plus loin la description.

D'autres expérimentateurs, et l'auteur lui-même de cet article, avaient aussi cherché à perfectionner l'anesthésie chloroformique, mais en s'appuyant

sur une donnée différente : on se proposait de diminuer la quantité de chloroforme introduite dans l'organisme pour provoquer le sommeil, en prédisposant les centres nerveux par l'administration d'un agent narcotique : c'est la méthode des anesthésies mixtes. En 1869

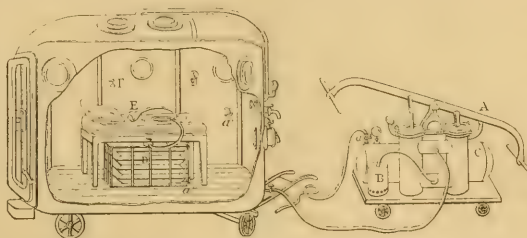


Fig. 1. — Chambre à anesthésie par le mélange de protoxyde d'azote et d'oxygène sous pression. E, lit d'opération. D, sac renfermant le mélange anesthésique. A, B, C, pompe destinée à comprimer l'air dans la chambre à anesthésie.

Claude Bernard avait préconisé, pour la pratique chirurgicale, après l'avoir expérimentée sur des animaux, l'association de la morphine au chloroforme. Mais ce n'est qu'en 1873 que le procédé de Claude Bernard fut appliqué dans la clinique par le chirurgien allemand Nussbaum pour l'extirpation d'une tumeur chez une femme. Dans cet intervalle de temps, la méthode des anesthésies mixtes avait été pratiquée publiquement à l'Hôtel-Dieu de Paris, en 1872, et sur un assez grand nombre de malades dans le service de Cusco; seulement on se servait du chloral et non de la morphine. J'étais alors élève stagiaire dans ce service, quand un matin on transporta à la salle Saint-Paul une femme hystérique qui s'était luxée la cuisse en se précipitant par une fenêtre. L'état de surexcitation de la malade était tel que l'on jugea à propos de lui administrer, en une seule fois, une potion contenant un gramme de chloral. Une heure après Cusco arrivait au lit de la malade et déclarait que l'anesthésie et la résolution musculaire seraient extrêmement difficiles à obtenir chez cette femme hystérique, dont l'agitation était encore considérable. Mais, au grand étonnement des assistants, qui connaissaient la sûreté des jugements du maître

en matière d'anesthésie, la malade tomba, sans période d'excitation, dans la résolution musculaire la plus complète après avoir respiré une très petite quantité de chloroforme. L'idée me vint alors que le chloral ne devait pas être étranger à ce résultat imprévu, et j'obtins de Cusco l'autorisation d'administrer à tous les patients qui devaient être anesthésiés un gramme de chloral une heure avant l'opération. Dans *tous les cas* les bons effets de cette méthode mixte se montrèrent constants et fréquemment Cusco faisait remarquer aux personnes qui assistaient à sa clinique combien la période d'excitation était atténuée et abrégée, même chez les alcooliques, et combien aussi le sommeil était calme et régulier comparativement à celui que l'on obtenait par le chloroforme seul. Cette pratique était suivie depuis quelques mois déjà à l'Hôtel-Dieu et la statistique contenait un assez grand nombre de cas, lorsque M. Forné, chirurgien de la marine, publia quatre nouvelles observations favorables à l'adoption de ce procédé mixte. Je crois que si l'habitude de donner successivement le chloral et le chloroforme ne s'est pas propagée, cela tient uniquement à ce que l'on ne s'est pas toujours conformé aux indications que j'ai le premier formulées et que l'on a donné des doses beaucoup trop fortes de chloral (2 à 3 gr.) trop peu de temps avant d'administrer le chloroforme.

Quoi qu'il en soit, la seule méthode d'anesthésie mixte qui jouisse actuellement d'une certaine confiance, est celle qui a été imaginée par MM. Dastre et Morat. Elle consiste à introduire dans l'économie, par injection hypodermique, quelques instants avant l'administration du chloroforme, une petite quantité de morphine associée à l'atropine, principe actif de la belladone. L'atropine, qui a passé pendant longtemps pour l'antidote de la morphine, a seulement pour effet de supprimer certains symptômes de l'empoisonnement par cet alcaloïde, tels que les vomissements qui rendaient son application difficile, à l'état isolé, dans la méthode de Claude Bernard. Elle a en outre, vis-à-vis du chloroforme, l'avantage de paralyser la sensibilité réflexe des nerfs et des centres cardiaques et respiratoires, qui dans les conditions normales peuvent, sous l'influence de l'excitation produite par les vapeurs anesthésiques, déterminer des accidents graves et parfois mortels.

Dans la pratique des laboratoires aucun procédé d'anesthésie ne peut être comparé, sous le rapport de l'innocuité et de la commodité, à celui de MM. Dastre et Morat, quand il n'y a aucun inconvénient à faire pénétrer en même temps dans l'organisme trois agents toxiques capables de modifier profondément l'état physiologique du sujet. Les

résultats cliniques obtenus particulièrement à Lyon dans les services de MM. Aubert, Tripier et Gayet sont également favorables à la généralisation de cette méthode.

Toutefois il résulte des faits rapportés dans une récente discussion à l'Académie de Médecine qu'elle ne présente pas chez l'homme la même innocuité que chez le chien; d'ailleurs l'activité de l'atropine seule est loin d'être identique dans ces deux organismes et ce n'est qu'avec une extrême prudence qu'elle doit être administrée dans la clinique en injection hypodermique, même associée à la morphine.

IV

Beaucoup d'autres procédés mixtes ont été essayés. On a conseillé de faire ingérer, avant de donner le chloroforme, de l'alcool ou des vins généreux. L'alcool et le chloroforme agissent dans le même sens, mais comme je l'ai démontré¹, si l'on abrège ainsi la période de début, ce qui est toujours un avantage, on diminue en revanche considérablement la résistance du sujet à une anesthésie prolongée.

On ne doit pas ranger parmi les procédés mixtes ceux qui consistent à commencer une anesthésie avec le protoxyde d'azote et à la continuer avec le chloroforme ou l'éther, méthode peu pratique conseillée autrefois par Clover. J'en dirai autant des mélanges de chloroforme et d'alcool, méthyliques, éthyliques ou autres, ces liquides n'ayant d'autre effet que de modérer la rapidité de la vaporisation du véritable anesthésique; on obtiendrait d'ailleurs le même résultat en leur substituant un liquide inactif miscible au chloroforme, tel que les huiles, les pétroles lourds ou la glycérine. Il s'agira au contraire d'une véritable anesthésie mixte si l'on fait respirer les vapeurs d'un mélange de chloroforme et d'éther, mais il ne semble pas que l'on ait pu obtenir des effets particulièrement avantageux de cette préparation pharmaceutique.

C'est à tort également que l'on a vanté l'association des effets physiologiques de la cocaïne et du chloroforme. J'ai démontré par l'emploi des mélanges titrés, seul procédé permettant d'avoir toujours des résultats comparables, que la cocaïne, loin de favoriser l'anesthésie chloroformique, entrave son développement régulier.

La cocaïne est le principe actif de la coca, petit arbrisseau cultivé dans certaines localités des Andes, en Bolivie, au Pérou, dans la Nouvelle-Grenade et dans la République argentine, où les indigènes l'emploient depuis longtemps, comme nous le thé et le café, pour combattre la fatigue.

La cocaïne est cependant un anesthésique géné-

¹ V. Bull. de la Soc. de Biologie, nov., 1883.

ral pour les animaux vertébrés; mais ce n'est que lorsqu'elle est administrée à des doses dangereuses ou mortelles qu'elle détermine une insensibilité généralisée. A dose moins élevée elle provoque une violente excitation des centres nerveux, qui ne peut que nuire à la production du sommeil chloroformique. Ce seul fait aurait dû empêcher certains auteurs de considérer la cocaïne comme un *curare de la sensibilité*. Le véritable curare ou poison des Indiens frappe les terminaisons motrices des nerfs, lorsqu'il est introduit dans la circulation, en vertu d'une *élection* que ne possède nullement la cocaïne pour les terminaisons sensitives, puisque son action, dans les mêmes conditions, retentit avec violence sur tout le système nerveux sensitif. L'origine de cette erreur est dans ce fait extrêmement important au point de vue pratique que, lorsque les terminaisons sensitives sont mises en contact avec une quantité suffisante de cocaïne, celles-ci sont paralysées pendant un temps assez long pour qu'il soit possible de pratiquer sur les parties périphériques de l'organisme les opérations les plus ordinairement douloureuses, sans provoquer la moindre souffrance. Pour d'autres raisons d'ordre expérimental, qu'il serait trop long de rappeler ici, on ne doit pas non plus considérer la cocaïne comme un véritable anesthésique général, car elle n'agit pas, quoiqu'on en ait pu dire, sur les animaux inférieurs et sur les plantes à la manière de l'éther et du chloroforme.

Mais la cocaïne forme en quelque sorte le passage naturel des anesthésiques généraux aux anesthésiques locaux. Grâce aux propriétés analgésiques et topiques de la cocaïne, on peut aujourd'hui supprimer la sensibilité de la plupart des points du corps situés à la surface ou à une faible distance de celle-ci, sans que l'état normal du sujet soit notablement modifié. L'opération de la cataracte et toutes celles qui portent sur la surface de l'œil sont pratiquées maintenant sans douleur sur le malade complètement éveillé. Il en est de même pour les muqueuses du nez, de la bouche, du larynx, de l'urèthre, etc., etc. On peut de même atténuer considérablement la douleur physiologique de l'accouchement, surtout chez les primipares, ainsi que je l'ai démontré par les expériences faites avec la collaboration de M. Doléris à la clinique obstétricale de la Faculté de Paris.

Malgré les grands avantages que présente la cocaïne pour réaliser l'anesthésie localisée, son emploi n'est pas toujours exempt d'inconvénients et les chirurgiens accordent encore souvent la préférence à des procédés qui permettent d'obtenir une action plus profonde sans introduire aucune substance toxique dans l'économie. La compression d'un nerf ou du vaisseau principal d'un membre, ou mieux

encore de ce membre tout entier par une bande de caoutchouc peut donner d'excellents résultats. Dans ce dernier cas, les terminaisons nerveuses privées d'éléments nutritifs par le refoulement du sang de la périphérie vers le centre du corps perdent rapidement toute sensibilité. Les mélanges réfrigérants de glace et de sel, les pulvérisations de liquides très volatils tels que l'éther et le chlorure de méthyle produiront des effets analogues en faisant, d'une part, contracter les vaisseaux sanguins qui deviennent exsangues et d'autre part en suspendant pour un temps par l'action du froid, toute sensibilité dans l'élément nerveux sensitif¹. Malheureusement les procédés d'anesthésie locale ne sont pas applicables dans tous les cas et cette revue rapide des principales méthodes d'anesthésie générale entraîne la conviction que l'anesthésique idéal, c'est-à-dire le *vrai curare de la sensibilité*, est encore à découvrir.

Toutefois il ne nous est pas défendu d'espérer, puisque nous voyons des malades hystériques chez lesquels toute sensibilité a disparu sans que pour cela les autres fonctions physiologiques soient notablement entravées, et peut-être arrivera-t-on à la solution de cet intéressant problème par quelque procédé tout à fait différent de ceux dont nous avons parlé : il n'y a aucune raison, en effet, pour que la science ne réalise pas dans l'avenir ce que la nature fait chaque jour sous nos yeux. Déjà le sommeil hypnotique a pu être utilisé dans quelques cas particuliers, mais il est facile de comprendre qu'il n'est pas nécessaire de provoquer le sommeil ou de paralyser l'activité des centres nerveux et des nerfs moteurs pour obtenir une insensibilité répondant à tous les besoins de la chirurgie courante. Il y a même dans cette manière de procéder de nombreux facteurs d'accidents mortels qu'il importerait d'éliminer.

La douleur n'a pas en général son origine dans les centres nerveux; dans l'immense majorité des opérations chirurgicales elle provient uniquement de traumatismes ou d'excitations exagérées et anormales des terminaisons nerveuses ou des nerfs

¹ Le refroidissement localisé peut, dans certains cas, permettre d'obtenir une sorte d'anesthésie générale. Chez les reptiles et les batraciens (lézards, couleuvres, grenouilles), j'ai pu congeler l'encéphale et la tête tout entière sans provoquer la mort. Cette méthode d'anesthésie est particulièrement avantageuse pour pratiquer des opérations sur les vipères, que l'on ne peut endormir par le chloroforme sans les tuer. Elle m'a permis de mettre à nu les nerfs de la glande à venin et d'introduire dans le canal de celle-ci une petite canule de verre, sans avoir à redouter le moindre accident, tant que le cerveau de l'animal était suffisamment refroidi. Mais j'ai échoué dans toutes les tentatives analogues que j'ai faites sur les animaux à sang chaud, chez lesquels la rapidité de la circulation est telle que le corps se refroidit tout entier et que l'animal meurt avant d'être à proprement parler anesthésié.

sensitifs. Mais ces excitations ne seront à proprement parler douloureuses qu'autant qu'elles auront été perçues par nos centres psychiques, c'est-à-dire qu'elles seront conscientes. Il est bien évident que l'on supprimera la souffrance en paralysant l'organe révélateur; mais on arrivera au même résultat en interceptant toute communication entre la partie blessée et ces mêmes centres, sans être forcé d'amoindrir ou d'anéantir leur activité. Pour cela il suffit de diminuer ou de supprimer temporairement le fonctionnement physiologique des éléments anatomiques qui relient les parties sensibles de notre organisme aux centres psychiques, c'est-à-dire les fibres nerveuses sensitives, les cellules sensitives des racines ou des cordons médullaires, ou bien encore les ganglions bulbaires ou cérébraux servant pour ainsi dire de relais aux excitations marchant de la périphérie vers les couches supérieures de notre encéphale, qui sont le siège de la conscience.

Tant que la physiologie expérimentale n'aura pas trouvé le moyen pratique d'obtenir ce résultat si désirable à tous les points de vue, les grandes opérations chirurgicales ne pourront pas être pratiquées sans le secours des anesthésiques généraux, qui auront toujours pour effet de plonger le malade dans un sommeil profond, d'où il ne peut sortir comme du sommeil normal, parce qu'il est privé de toute sensibilité et dans un état d'inertie intermédiaire entre la vie et la mort.

V

Les anesthésiques généraux connus aujourd'hui sont nombreux; mais de l'avis unanime des chirurgiens, aucun d'eux ne peut rivaliser avec le chloroforme; et, si, dans quelques hôpitaux, comme ceux de Lyon, on emploie encore souvent l'éther, malgré ses nombreux inconvénients, c'est uniquement parce que *s'il est moins merveilleux, il est aussi moins dangereux* que le chloroforme; l'activité toxique de l'éther étant moins redoutable, il n'est pas aussi indispensable d'observer rigoureusement la loi physiologique à laquelle elle obéit.

Le chloroforme est une arme de précision; il en possède tous les avantages et tous les inconvénients, et la négligence en apparence la plus insignifiante dans une anesthésie chloroformique peut aussi bien faire pencher la balance du côté du réveil que du côté de la mort, ainsi qu'il résulte de l'examen attentif des trop nombreux cas de décès qui se produisent chaque année dans la clinique et de l'étude expérimentale de son action physiologique.

On n'a pas reculé devant les dangers du chloroforme parce que jusqu'à présent aucun anesthésique ne s'est montré aussi merveilleux dans ses

effets; mais, le chirurgien de nos jours est encore plutôt un artiste qu'un scientifique, dans le sens propre du mot. Aussi, en matière d'anesthésie, chacun a-t-il son *genre personnel* qu'il n'hésite pas à déclarer supérieur à celui de son confrère, dont la *manière*, parfois tout à fait opposée, n'en est pas moins aussi absolument empirique.

Les uns se montrent partisans de sidérer, de foudroyer, de terrasser brusquement le malade par une forte dose de chloroforme, tandis que les autres prétendent que c'est là un procédé détestable, qu'il fait beaucoup de victimes et que l'on doit verser le chloroforme goutte à goutte, endormir lentement, tout en surveillant attentivement sur une échelle graduée la *quantité* de chloroforme échappée du flacon.

Celui-ci enfin commence par foudroyer, puis il suspend l'inhalation, pour foudroyer de nouveau si le patient fait un mouvement ou laisse échapper une plainte. Celui-là foudroie encore et entretient le sommeil par de petites doses répétées. Il y a cent manières empiriques, point de règle scientifique, et c'est toujours le malade, par un cri de douleur, par un mouvement désordonné, parfois brusque et dangereux, ou bien par quelque manifestation inquiétante de la pupille, de la respiration ou du cœur qui avertit le chirurgien de la souffrance qu'il éprouve ou du danger qu'il court. Que de fois hélas! la plainte suprême de cet organisme sans défense a-t-elle été vaine ou trop tard entendue pour empêcher celui qui dormait au bord de l'abîme de rouler jusqu'au fond et d'y trouver la mort!

Il résulte de ce fâcheux état de choses que des milliers d'élèves sortant chaque année des Facultés avec un diplôme de docteur, sans avoir jamais fait une anesthésie, abordent la pratique avec la conviction que chacun donne le chloroforme comme il l'entend et que si les hommes les plus éminents ne sont pas d'accord sur la règle à suivre, c'est qu'au fond elle n'a qu'une importance secondaire.

D'ailleurs, si d'aventure un accident se produit, on répète ce que l'on a entendu dire: « C'était de mauvais chloroforme », et c'est le pharmacien qui a tous les torts.

Il n'est pas douteux que la pureté du chloroforme, ou plutôt sa *qualité*, ait une importance très grande.

On rencontre dans le commerce des chloroformes fabriqués avec des alcools mal rectifiés, véritables résidus de distillation, renfermant outre l'alcool éthylique des alcools amyliques, méthyliques et autres, des huiles essentielles, des éthers, etc., etc. Ces mélanges sont traités par l'hypochlorite de chaux brut; on chauffe et la réaction, tantôt tranquille, tantôt tumultueuse, donne naissance à un autre

mélange de composés chlorés dont quelques-uns peuvent être très toxiques ou très irritants à faible dose et que la plus savante distillation fractionnée ne permet pas d'isoler. Si ce mélange possède à peu près le même point d'ébullition que le chloroforme pur, s'il ne réagit pas sous l'influence de quelques réactifs grossiers propres à déceler la présence de l'acide chlorhydrique, de l'alcool, de l'eau, on déclare qu'il s'agit d'un bon produit pharmaceutique.

Or, la pratique de l'anesthésie apprend qu'il est aussi impossible de déterminer par l'analyse chimique la *qualité* d'un chloroforme que celle d'un vin ou d'une liqueur de choix. Dans les deux cas, pour un expert compétent, les seuls caractères véritablement infaillibles sont, d'une part, les propriétés organoleptiques et, d'autre part, l'action physiologique.

D'ailleurs, la pureté absolue du chloroforme constitue elle-même un danger, car, en cet état, il ne tarde pas à se décomposer à la lumière et à engendrer des produits extrêmement toxiques. Le seul chloroforme auquel j'accorderai toute confiance sera seulement celui qui aura été obtenu par le dédoublement du chloral cristallisé et chimiquement pur au moyen d'un alcali, et auquel on aura ajouté une petite quantité d'alcool et d'éther pour empêcher son altération ultérieure, comme l'ont conseillé, après de nombreuses expériences, MM. Regnault et Villejean.

Quand ce n'est pas à l'impureté du chloroforme que le chirurgien attribue les accidents mortels ou autres de l'anesthésie, il admet l'existence d'une *idiosyncrasie*, ce qui signifie que, sans que l'on sache pourquoi, il y a des malades qui meurent du chloroforme et d'autres qui n'en meurent pas. Il y a enfin la catégorie des malades qui profitent d'une anesthésie pour succomber à une affection qui devait les emporter un jour ou l'autre : maladie du cœur, du poumon, etc.

VI

Mais ce qui peut paraître véritablement étrange, c'est qu'avant les expériences de Paul Bert on n'ait pas méthodiquement recherché comment on meurt du chloroforme, alors même qu'il est pur.

Faute d'avoir suivi les principes de l'expérimentation physiologique, si magistralement formulés par Claude Bernard, on a fait dans les laboratoires une foule d'expériences qui ne sont malheureusement pas comparables entre elles et souvent contradictoires, parce que la *manière de l'anesthésie varie considérablement avec la manière dont on administre le chloroforme*. De leur côté, les cliniciens ont cherché à régler l'action du chloroforme sans vouloir la connaître.

Les praticiens se sont particulièrement ingénies à construire une foule d'appareils, plus ou moins bizarres, plus ou moins compliqués, permettant de doser la quantité de chloroforme dépensée par l'opérateur dans un temps donné, sans se préoccuper autrement de son état de dilution dans l'air respiré par le patient, d'où dépend précisément le degré d'activité du mélange anesthésique.

Ces appareils basés sur un principe faux fournirent de mauvais résultats et les chirurgiens déclarèrent, avec raison, qu'ils étaient tous dangereux parce qu'ils donnaient à l'opérateur une fausse sécurité : l'un reprit la compresse, l'autre le bonnet de flanelle et l'autre le cornet, sidérant ou ne sidérant pas, selon la mode du moment, selon aussi le tempérament du malade et surtout du chirurgien.

Un seul médecin, Glower, eut un instant l'idée qu'il fallait mesurer la quantité d'air mélangée au chloroforme; mais, soit à cause de la singularité de son appareil (le chirurgien opérait avec un énorme sac de caoutchouc sur le dos), soit à cause de ses imperfections, son procédé ne se généralisa pas.

J'ai dit précédemment comment Paul Bert avait été amené à étudier le rôle que devait jouer, selon lui, d'après ses recherches sur la pression barométrique et sur le protoxyde d'azote, la tension partielle des vapeurs chloroformiques dans le mélange anesthésique. Dans le courant des années 1882 et 1883, on fit respirer à un grand nombre d'animaux des mélanges d'air et de chloroforme, exactement titrés cette fois au moyen de deux gazomètres de Dulong conjugués, disposition ingénieuse et très avantageuse que M. le D^r de Saint-Martin venait d'imaginer pour des recherches sur la respiration. Ces expériences démontrèrent que le titre du mélange, c'est-à-dire la quantité en poids de chloroforme mélangée à 100 litres d'air, avait une *importance capitale*. Pour ne pas compliquer inutilement la question, on appela *mélange à 10.0/0* dix grammes de chloroforme volatilisé dans 100 litres d'air, *mélange à 12.0/0* douze grammes de chloroforme dans 100 litres d'air, etc., etc.

Les résultats les plus saillants de l'expérience furent les suivants :

L'action de ces mélanges entraînait toujours la mort de l'animal si on la prolongeait suffisamment. Le mélange 4.0/0 ne produisait pas d'insensibilité : l'animal mourait au bout de neuf à dix heures avec température abaissée. — Le mélange à 6.0/0 diminuait seulement la sensibilité, et amenait la mort au bout de six à sept heures. — Le mélange à 8.0/0 produisait lentement l'insensibilisation et tuait après deux ou trois heures. — Les mélanges supérieurs déterminaient une insensibilisation très rapide : avec 12.0/0, l'animal résistait près de deux

heures; avec 15 %, il résistait quarante minutes; avec 20 %, une demi-heure; avec 30 %, anesthésie instantanée, mort en trois minutes.

Quoi que l'on fit, il fut impossible d'établir un équilibre stable entre la tension du chloroforme introduit dans l'organisme et celle des vapeurs contenues dans le mélange circulant dans le poumon et l'intoxication suivit toujours une marche progressive, mais plus ou moins rapide, selon la richesse du mélange en chloroforme.

Dès lors, on pouvait savoir pendant combien de temps un malade supporterait sans danger un mélange déterminé respiré d'une manière continue et il n'y avait aucun inconvénient à essayer le mélange à 10 %, par exemple, sur l'homme qui résiste mieux que le chien à l'action toxique du chloroforme.

D'autre part, Paul Bert avait été frappé de la régularité de l'anesthésie obtenue dans le laboratoire avec des mélanges à 8 et à 10 % et surtout de l'absence complète de ces accidents brusques qui tuent en général deux chiens sur trois, quand on leur donne le chloroforme sans titrage préalable.

VII

Bien que l'éminent physiologiste eût reconnu que le chloroforme et les autres anesthésiques généraux n'obéissaient pas à la même loi que le protoxyde d'azote, il résolut de faire adopter dans la clinique chirurgicale, en raison des avantages qu'ils présentaient, l'usage des mélanges titrés de chloroforme et d'air.

Je fus chargé de faire dans le service de M. le D^r Péan, à l'hôpital Saint-Louis, les premières applications sur l'homme de la méthode d'anesthésie de Paul Bert par les mélanges titrés. Les résultats furent très satisfaisants. Environ deux-cents anesthésies furent pratiquées avec succès dans le courant des années 1884 et 1885, pendant les opérations les plus graves et les plus variées, dans des limites d'âge comprises entre six mois et soixante-seize ans. Les observations étaient relevées par M. le D^r Aubeau, anesthésiste du service et professeur d'anesthésie à l'Ecole dentaire de Paris: elles ont été consignées dans un remarquable mémoire¹ auquel nous empruntons les conclusions suivantes: « Des circonstances particulières nous ont entraîné à pratiquer l'anesthésie chloroformique presque quotidiennement depuis dix années et à étudier de près les phénomènes cliniques de l'anesthésie. Nous avons pu expérimenter et apprécier les divers procédés; disons de suite que notre impression générale est tout en faveur de la méthode de Paul Bert, qui donne à la conduite de

l'anesthésie une précision, une régularité et une sécurité inconnues jusqu'alors. »

Depuis les premières expériences cliniques, la méthode d'anesthésie a reçu encore d'importants perfectionnements.

On se servait alors de grands gazomètres de laboratoire (fig. 2, A) dont j'ai parlé plus haut, appareils lourds, encombrants, coûteux, difficiles à transporter, à manier et exigeant le concours d'un aide expérimenté constamment occupé à les charger du mélange anesthésique.

Pour remédier à ces inconvénients et à d'autres encore, qui constituaient un empêchement absolu à la généralisation de l'emploi de la méthode, je fis construire une petite machine *portative* dont le volume ne dépassait pas celui d'un tambour d'infanterie et qui, mélangeant *mécaniquement* le chloroforme à l'air, dans des proportions déterminées, pouvait être d'une main mise en mouvement, tandis que de l'autre on faisait respirer le mélange titré qui en était chassé avec une certaine force par le jeu d'un piston.

Ma première machine à anesthésier avait en outre sur les gazomètres l'avantage de permettre au cours d'une anesthésie de changer rapidement le titre du mélange, ce qui est important.

Avec les gazomètres on donnait d'une manière continue un mélange à 8 % pendant toute la durée de l'opération; or j'avais remarqué que les malades étaient endormis plus vite et sans danger avec le mélange à 10 % et que l'on pouvait ensuite entretenir l'anesthésie avec un mélange à 6 % incapable de provoquer d'emblée l'insensibilisation, mais susceptible d'être toléré beaucoup plus longtemps par l'organisme. C'était là un progrès très réel, puisque le titre du mélange se trouvait abaissé à la limite la plus inférieure compatible avec l'anesthésie.

Toutefois cette première machine présentait encore quelques inconvénients. Le jeu de la manivelle qui faisait mouvoir le piston était alternatif et le changement de titre du mélange ne pouvait être obtenu qu'en changeant à la main les petits godets qui mesuraient le chloroforme, en outre son poids et son volume étaient encore trop considérables.

Les perfectionnements que j'ai apportés depuis dans la manière dont le chloroforme est mesuré ont permis à notre habile constructeur, M. Malhieu, de mettre à la disposition des chirurgiens une élégante petite machine très pratique, légère, transportable, facile à manier et dont les dimensions ne sont plus à comparer avec celles des gazomètres (fig. 2, B et fig. 3 et 4). Ceux-ci peuvent encore rendre quelques services dans les laboratoires et permettent de vérifier, à défaut d'un compteur à

¹ *Mém. de la Soc. de Biol.* 1884.

gaz, l'exactitude du titrage de la machine à anesthésier.

La nouvelle machine à anesthésier (fig. 3) se compose 1° d'un corps de pompe; 2° d'un verseur automatique; 3° d'un vase évaporatoire.

Le corps de pompe renferme un piston d'un mo-

mulera dans l'appareil. Le débit du mélange titré sera donc continu.

Le masque à soupapes dont on se servait avec les gazomètres et dont les clapets en se dérangeant pouvaient constituer une cause d'accidents a été remplacé par un masque sans soupapes

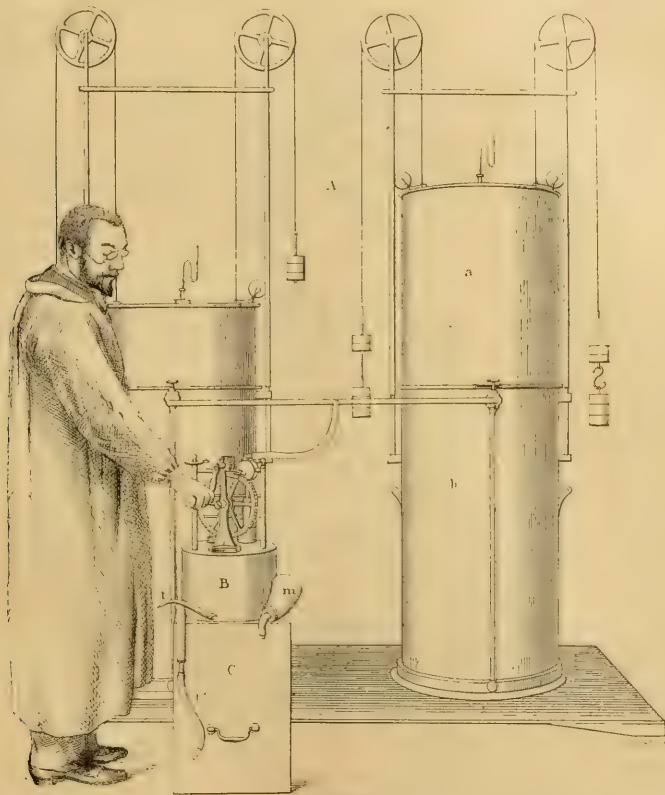


Fig. 2 : montrant les dimensions relatives des gazomètres et de la machine à anesthésier : l'opérateur vérifie le titrage de la machine au moyen des gazomètres. — A, grands gazomètres conjugués ayant servi aux premières applications cliniques des mélanges titrés. — a cylindre renfermant le mélange. — b, cuve renfermant un manchon intérieur et une mince couche d'eau dans laquelle s'enfonce le cylindre a. — B, machine à anesthésier de R. Dubois. — C, boîte destinée à renfermer la machine et pouvant servir de support. — t, tube nasal. — t', tube buccal écarteur des mâchoires et abaisseur de la langue. — m, masque inhalateur sans soupapes.

dèle spécial qui est mis en mouvement par la manivelle *m*. A la fin de chaque course de ce piston, un volume d'air déterminé a pénétré dans le corps de pompe, entraînant avec lui une quantité exactement mesurée de chloroforme déversée dans le vase évaporatoire *e*, par la descente du piston plongeur *p* dans le récipient *r* contenant le chloroforme. Ce mélange sera chassé du corps de pompe dans la course inverse du piston pendant qu'une nouvelle quantité de mélange titré s'accu-

m, fig. 2 et E, fig. 3) qui permet au patient de respirer dans un courant d'air anesthésique titré, sans aucune gêne possible (fig. 4). De cette façon, la vitesse avec laquelle on débite le mélange titré n'offre aucun danger, et le seul inconvénient qui puisse résulter d'une marche trop lente est de permettre la respiration de l'air libre qui amène le réveil. Pour les opérations de la face ou des premières voies respiratoires on peut remplacer le masque inhalateur par un tuyau nasal (*t*, fig. 2 et G, fig. 3)

ou par un tube plus gros (*l'*, fig. 2, et F, fig. 3), qui rend en même temps de grands services comme abaisse-langue et comme écarteur de mâchoires.

VIII

Nous ne pouvons dans cet article, déjà fort long, que résumer brièvement les avantages de la méthode d'anesthésie par les mélanges titrés mécaniquement :

1° Avec la machine, le chirurgien sait ce qu'il fait : il n'en est pas de même avec les autres procédés dans lesquels le chloroforme sera versé à la main, fût-ce goutte à goutte même avec un compte-gouttes¹;

2° L'anesthésie est régulière et continue. Ce dernier point est important si l'on veut éviter les vomissements qui ne sont qu'un symptôme de réveil;

3° La période d'agitation du début de l'anesthésie est, en général, supprimée ou tout au moins très atténuée, même chez les alcooliques;

4° Le chloroforme étant dilué dans la quantité d'air maxima compatible avec l'anesthésie, les phénomènes d'irritation locale des muqueuses nasale, buccale, pharyngienne et laryngienne (toux, spasmes, suffo-

cation) font défaut et la syncope convulsive réflexe du début, toujours grave et parfois mortelle, n'est plus à craindre;

5° le mélange à 6 % étant le plus faible de tous, le patient est toujours sur la limite du réveil qui s'effectue très vite, quand on cesse l'inhalation.

Toutefois ce que l'on sait de la marche normale de l'intoxication chloroformique, de l'influence de l'état de dépression du sujet, du choc chirur-

gical, etc., sur son évolution dans la clinique, n'autorise en aucune façon le chirurgien à se dispenser d'une surveillance attentive même avec les mélanges titrés; il ne devra jamais oublier que le malade qui respire du chloroforme, s'il n'est pas complètement insensibilisé, ne se trouvera pas plus qu'un autre opéré à l'abri d'une syncope cardiaque mortelle que peut toujours provoquer une douleur aiguë et soudaine ou une frayeur. Cette dernière cause de syncope est surtout à redouter dans la période de l'ivresse chloroformique où le sujet commence à ne plus interpréter sainement ce qu'il sent, ce qu'il entend ou ce qu'il voit. Ce qu'il importe avant tout de

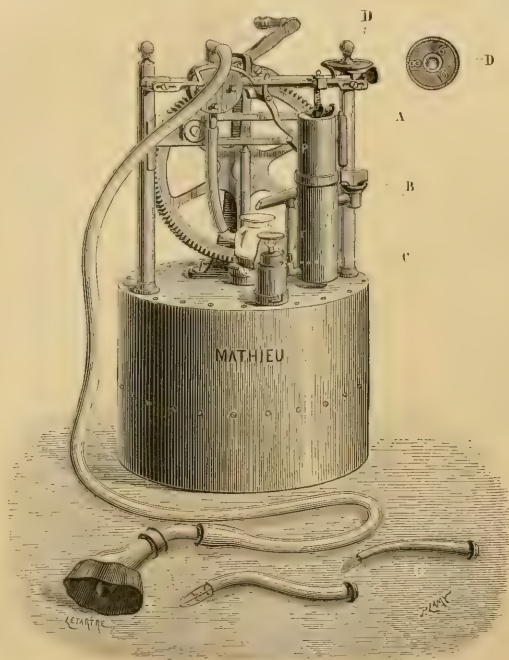


Fig. 3. — Machine à anesthésier du Dr R. Dubois. — P, corps de la pompe; m, manivelle mettant en mouvement le piston du corps de pompe; p, piston plongeur; r, récipient pour le chloroforme; B, ouverture du récipient; e, vase évaporatoire; C, lampe à alcool pour échauffer le vase évaporatoire; D, disque à excentrique pour fixer le titre du mélange; E, masque sans soupapes; G, tube nasal; F, tube buccal.

surveiller, c'est l'état de la pupille et celui de la respiration : le chloroforme tue toujours par syncope respiratoire, jamais par syncope cardiaque primitive avec un mélange titré moyen d'air et de chloroforme de bonne qualité.

Depuis plusieurs années, cette méthode a été appliquée avec succès, surtout à l'Étranger, et aussi dans les services les plus importants de Paris, sans qu'aucun accident se soit produit, à notre connais-

sance. Enfin, le titre du mélange variera avec l'âge, la taille, le sexe, le mode de respiration, la température de l'air, la nature du tissu de la compresse, la distance de celle-ci à l'entrée des voies respiratoires, etc., etc.

¹ Cette méthode, que l'on vient de préconiser comme nouvelle, est déjà très ancienne. C'est peut être le moins nouveau de tous les procédés empiriques; mais il ne permet en aucune façon d'obtenir quelque chose de comparable à un mélange titré, car la mesure du volume d'air est indispensable : il se rapproche, au contraire, du principe des anciens appareils qui avaient pour but de doser la quantité de chloroforme inhalé. Avec le compte-gouttes, le principal danger du chloroforme subsiste : c'est la brusquerie de sa volatilisation et son énorme tension de vapeur. Si le malade respire quelques gouttes de chloroforme, celles-ci pourront être diluées dans une petite quantité d'air, s'il ne fait qu'une faible inspiration, ou dans un volume d'air dix ou vingt fois plus grand, si l'inspi-

sance, lorsque les principes que nous avons formulés ont été exactement observés ¹.

Les récentes applications faites à l'Hôtel-Dieu de Lyon, dans le service de M. le D^r Tripier, ont confirmé l'exactitude des appréciations publiées antérieurement sur l'anesthésie par les mélanges titrés

les hôpitaux et dans la clientèle, sont trop nombreux pour qu'il soit permis de négliger les perfectionnements que la science apporte chaque jour aux méthodes d'insensibilisation. Bien que les statistiques de la mortalité produite par le chloroforme seul ne soient guère plus exactes que celles qui



Fig. 4.

mécaniquement, et peut-être la majorité des chirurgiens français se décidera-t-elle à donner un jour la préférence à l'emploi de la seule méthode reposant sur des données véritablement scientifiques, en attendant la découverte du curare de la sensibilité.

Les cas de mort produits par l'anesthésie, dans

ont trait à la mort par la rage, il paraît certain que cette maladie fait moins de victimes que la chloroformisation. On ne saurait donc trop engager les savants et les praticiens à apporter dans la recherche du meilleur procédé d'anesthésie la même ardeur que celle qui a été déployée dans ces temps derniers pour l'essai d'un nouveau spécifique de la rage.

Raphael Dubois,

Professeur de physiologie générale et comparée
à l'Université de Lyon.

¹ Nous considérons comme détestable la méthode mixte employée par certains chirurgiens qui, pour gagner du temps, sidèrent le malade avec une compresse chargée de chloroforme et continuent l'anesthésie avec la machine.

LES LABORATOIRES DE MÉCANIQUE

Dans les vingt ans qui viennent de s'écouler, l'enseignement de la mécanique appliquée, en progressant rapidement, a pris une tournure nouvelle. Dans la pratique, à l'empirisme avait succédé la méthode expérimentale introduite par les Hirn, les Clark, les Isherwood. L'enseignement devait suivre et, aux formules toujours basées sur des hypothèses admissibles dans les cas moyens, ajouter les faits d'expériences mis au jour dans le laboratoire sous les yeux des étudiants comme des professeurs. Il est généralement reconnu que l'enseignement de la chimie et de la physique requiert quelque chose de plus vivant que la craie blanche et le tableau noir, un laboratoire où soient étudiés les corps *in anima vili* et les forces dans la manifestation même de leurs effets par le mouvement. Il est évident qu'il ne peut en être autrement de la mécanique appliquée. Sur ce point toutes les autorités de la Science, tous les hommes compétents sont d'accord; une enquête universelle faite récemment le prouve d'une façon surabondante. Le desideratum actuel a été formulé en deux mots par le Professeur Schroeter, de Munich, le seul qui, en Allemagne, dispose d'un laboratoire de mécanique appliquée pourvu de machine à vapeur expérimentale : « Il faut, m'écrivit-il, moins de leçons orales et plus de travaux de laboratoire »; c'est la réforme qui s'impose.

Pourtant le progrès ne s'est fait rapidement que dans les pays de langue anglaise (Angleterre et Colonies, Amérique du Nord); le mouvement ne s'est pas propagé dans ceux de langue allemande, bien qu'il y fût né de père bavaïrois, le Professeur Linde, de Munich. L'historique en a été tracé en 1886, dans un Mémoire à l'*Institution of Civil Engineers* de Londres, par le promoteur anglais lui-même, le Professeur Kennedy, d'*University College*. Nous lui ferons ici de larges emprunts sans encombrer notre texte de renvois particuliers à chaque cas. Il a su mettre en évidence toute l'importance de la question et intéresser à son développement.

L'année 1870 marque une ère nouvelle, celle où se créent principalement les laboratoires de résistance des matériaux, surtout en Allemagne où le professeur expérimente sans le concours des élèves, pour leur donner ensuite et livrer à la pratique même, ses résultats d'expérience. Vers 1880 on voit un courant marqué vers les essais de machines à vapeur, surtout hors de l'Allemagne, les élèves étant les principaux acteurs dans le laboratoire. Nous allons essayer de faire connaître succinctement ce qui se

passait avant 1870, puis les créations qui ont suivi cette année et se sont multipliées surtout après 1880.

1

La première grande Collection de mécanique qui ait servi à l'éducation des masses est le *Conservatoire des Arts et Métiers* de Paris, legs du célèbre mécanicien Vaucanson, fait à la fin du siècle dernier. Cette collection devint bientôt une Ecole publique de mécanique pratique appliquée à tous les arts et métiers, pourvue d'un laboratoire pour essayer toute espèce d'inventions et en juger le mérite, et aussi pour donner la vie à l'enseignement des professeurs. Celui-ci s'adresse à toute personne qui veut en profiter, quels que soient son rang, ses capacités, son but, ses moyens personnels d'apprendre. Sans doute on refusera généralement la qualification de supérieur à un enseignement qui s'adresse à un public bigarré, où l'ouvrier et même l'homme sans instruction coudoient l'ingénieur et le savant. Mais pour être à la fois simple, clair, précis, et rigoureux devant un tel public, le professeur doit posséder au plus haut degré la connaissance profonde des principes et des faits fondamentaux en même temps que des vues larges sur les sommets et la philosophie de la science. Un autre genre de supériorité est encore nécessaire, celui de donner de l'attrait aux leçons. Car le public est libre et l'Ecole n'assure nullement un auditoire par la compulsion d'un diplôme et d'examens. Mais tout inventeur qui veut connaître le mérite de son œuvre peut la présenter; elle sera accueillie, soumise à l'essai et jugée en général d'une manière sûre et définitive. C'est avec raison que Laboulaye a dit : « L'enseignement du Conservatoire des Arts et Métiers est le plus populaire qui soit en France. Constitué avec toutes les ressources de la science, initié à tous les développements de l'industrie, dont il a pour mission de faire connaître les progrès, il est pour elle une source féconde de connaissances utiles, un guide sûr dans les applications.... ». Le service rendu à l'industrie et à la science au moyen du laboratoire de cette Ecole par les savants qui l'ont illustrée, et notamment par Morin et Tresca, est sans nul doute incalculable. Aussi éprouve-t-on une impression pénible et amère en pensant que ce laboratoire, fermé en 1885 pour cause de dégradation, c'est-à-dire pour avoir trop servi, n'a pas encore en 1890 été remis en état et livré aux savants qui ont hâte de continuer l'œuvre de leurs prédécesseurs.

A part le Conservatoire, les Ecoles techniques

de la France se sont formées sans l'adjonction de laboratoires de mécanique, bien qu'on en trouve pour la chimie et la physique. Seulement, depuis 1843, l'*École des Ponts et Chaussées* était pourvue des appareils nécessaires pour soumettre à des expériences raisonnées, les pierres, briques et ciments que l'on emploie dans les services actifs, ayant en vue l'application des ciments aux constructions à la mer. Il y a peu de temps qu'on y a ajouté une machine à essayer les métaux pour vérifier les conditions imposées aux entrepreneurs de constructions métalliques.

En 1825, l'*École des Mines* de Stockholm possédait une machine à essayer les matériaux, de la force de sept tonnes et du type Fuller, qui a servi aux remarquables expériences du Professeur Lagerhielm. L'*École* de Prague, sous la direction de l'illustre Gerstner, avait déjà des instruments de mesure; et le professeur Wersin faisait avec ses élèves des essais à l'indicateur et au frein sur quelques machines modèles, dans une espèce de laboratoire, dont il ne reste plus qu'une chaudière rouillée, abandonnée depuis plus de vingt ans. Les élèves recevaient en outre quelque instruction manuelle dans un petit atelier affilié. A Liège, l'*École des Mines* possédait en 1836 et possède encore une machine verticale de dix tonnes pour l'essai des matériaux, et en outre des freins, des indicateurs de Mac Nought, etc. Dans les bâtiments mêmes de l'Université, se trouvait un atelier de construction de machines, travaillant pour le public, mais obligé par contrat et contre indemnité, à fournir les éléments de l'instruction manuelle des élèves mécaniciens. La machine motrice à balancier, du type Watt, était chaque année essayée au frein. Depuis huit ans cet atelier n'existe plus, mais il y a un atelier affilié où les élèves suivent les opérations relatives à l'exécution des machines. Le *King's College* de Londres possède un atelier admirablement organisé et uniquement réservé à l'enseignement. A Edimbourg, dès 1870, on en ouvrit un également, mais le Professeur Fleming Jenkin disait qu'il n'attachait que peu d'importance à ce moyen d'éducation. Citons encore l'*Institut des Ponts et Chaussées* de Saint-Petersbourg, où le professeur Sobko, en 1833, avait fait monter une machine de dix tonnes qui a servi longtemps à faire des essais de pierres et de bois. Le laboratoire reçut, en 1867, un agrandissement déjà important, mais il ne fut réellement organisé qu'en 1877, par le professeur Belebubski. Un travail de M. Gaetano Lanza, directeur actuel de l'*Institut technologique* de Boston, nous apprend que, pendant l'année 1873-74, le laboratoire de cet Institut fut pourvu d'une machine à vapeur par le professeur Channing Whitaker, et qu'il y fut fait des essais calorimétriques sur les condensa-

tions dans les cylindres par George B. Dixwell. La machine de l'*École polytechnique* de Zurich a été établie en 1870, au temps où M. G. Zeuner y occupait la chaire de mécanique appliquée. Mais elle rentre plutôt dans la catégorie des machines des laboratoires modernes dont nous allons parler, que dans les embryons ci-dessus mentionnés pour mémoire.

Les laboratoires de résistance des matériaux s'ouvrent en Allemagne, ou du moins dans les pays de langue allemande, dès 1871, et sont tous à peu près sur le même modèle et dans les mêmes proportions. Celui de l'illustre professeur Bauschinger, de Munich, a pour pièce principale un banc d'épreuve horizontal, système Werder, de 100 tonnes, muni des appareils de mesure bien connus du système Bauschinger, et qui se prête à des essais d'allongement, de compression, de cisaillement, de flexion, de torsion. Une machine Vöhler sert à l'étude des efforts répétés; une autre à l'étude spéciale des ciments. Enfin d'autres servent à des essais divers. Le laboratoire du professeur Tetmayer à Zurich y est comparable, et il en est de même de celui de Berlin, qui toutefois est beaucoup plus considérable et a reçu du professeur Martens un cachet spécial; il en est de même aussi de ceux de Vienne, de Stuttgart, de Prague, Chemnitz, etc. Ajoutons-y enfin celui de Saint-Petersbourg.

L'organisation du travail dans ces laboratoires est aussi à peu près la même partout sur le Continent, mais toute différente de ce qu'elle est en Angleterre et en Amérique. Kennedy en parle ainsi : « L'idée qui a présidé à la fondation des excellents laboratoires du Continent est toute différente. Ils sont en général annexés aux Écoles techniques supérieures, et placés sous la direction d'un des professeurs. Mais ils sont surtout destinés à des expériences et des recherches originales à faire par le professeur lui-même. Les étudiants sont témoins des démonstrations expérimentales qu'il fait, mais sans y prendre une part active, si ce n'est exceptionnellement. Au point de vue scientifique, cette organisation a le grand avantage de permettre au professeur de se livrer entièrement à des recherches scientifiques utiles. Les publications d'une si grande valeur, qui en sont sorties, en sont une preuve décisive. Mais le vrai but, la raison d'être du laboratoire est de donner aux étudiants l'occasion d'expérimenter par eux-mêmes; il est évident que le côté scientifique doit être sacrifié. Chaque application spéciale a ses avantages et ses inconvénients, et suivant celle que l'on choisit, il faut accepter et les uns et les autres..... »

C'est à Munich encore que s'ouvre le premier laboratoire moderne d'essais des machines à vapeur. Celui de Zurich date bien de 1870; mais il

ne paraît pas avoir été fondé en vue d'apprendre aux élèves à expérimenter et à faire des mesures calorimétriques. Sa machine de $0^m30 \times 0^m75$ est pourvue d'un condenseur, d'une enveloppe de vapeur ou d'autre fluide, de deux régulateurs de systèmes différents, et de deux distributions, l'une à coulisse Stephenson, l'autre à tiroir double Meyer. La chaudière est pourvue d'un surchauffeur qui n'a guère été employé jusqu'ici. Comme dans presque toutes les écoles du Continent, le programme des cours oraux est trop surchargé pour que les élèves aient le temps de faire des essais calorimétriques complets. Aussi on ne leur enseigne guère au laboratoire que l'usage de quelques instruments de mesure. M. le Professeur Schroeter, de Munich, dont nous allons parler, se plaint également de cet état de choses qui nuit au progrès des études. Le laboratoire qu'il dirige aujourd'hui a été fondé par M. Linde. La demande, que ce professeur en fit au ministre en 1871, donne la vraie raison d'être des laboratoires modernes et indique déjà la voie de la réforme à faire dans l'enseignement de la science des machines. Celle-ci comprend trois parties essentielles : 1° la *physiologie* des machines, comme Hirn l'a appelée, c'est-à-dire l'étude de la machine en marche, vivante, agissante; 2° ensuite les principes de la construction et de la rédaction des projets; 3° enfin ceux de l'exécution des pièces et du montage dans l'atelier. Sous peine d'être incomplète, l'École ne peut pas plus négliger l'un de ces objets que l'autre dans l'éducation des ingénieurs mécaniciens; et le premier, la physiologie de la machine, son étude expérimentale, est indispensable à tous les ingénieurs, quel que soit leur but spécial. C'est bien là l'opinion exprimée par M. Linde dans sa demande, lorsqu'il dit : « ... L'intérêt qu'il y a à faire des expériences de ce genre ressort de ce fait que l'étude théorique des machines au point de vue de la physique mathématique et de la mécanique pure, est très avancée en beaucoup de points, tandis que la partie expérimentale qui s'occupe du mouvement des machines et de leur mode réel de fonctionner (*Wirkungsweise*), est bien loin de cette perfection; de là la difficulté d'appliquer en pratique les résultats de la théorie..... Il y a plus : il est du plus haut intérêt pour notre école de faire de ce laboratoire un champ d'exercices pour les élèves. Le fait est constaté que la plupart des ingénieurs mécaniciens formés dans nos écoles n'arrivent jamais à faire un usage étendu de leur savoir théorique et en perdent ainsi la connaissance. C'est que, dans ses formules mathématiques, la théorie ne tient pas compte de la variété infinie des conditions qui se présentent dans les cas spéciaux. ... Sans doute l'abîme qui, semble

creusé entre la théorie et la pratique n'est qu'apparent pour quiconque a pénétré la science à fond et sait manier avec indépendance les principes; mais ceux-là seuls qui sont doués de talents éminents arrivent à ce résultat. C'est pourquoi l'école doit fournir aux élèves l'occasion de faire eux-mêmes des expériences, d'en discuter les résultats, et d'apprendre ainsi, en les comparant aux données de la théorie, à faire une juste application de celle-ci. En physique, en chimie, en géodésie et dans les études de construction, on est depuis longtemps persuadé que les exercices dirigés par le professeur sont d'une nécessité absolue pour pénétrer au fond de la science; cette nécessité n'est pas moindre pour la mécanique appliquée... »

M. Linde eut le rare bonheur d'ouvrir son laboratoire cinq ans seulement après sa demande, en 1876. Il quitta l'enseignement peu de temps après et fut remplacé par M. Schroeter qui marcha résolument dans la même voie et dont les travaux de mécanique expérimentale ont illustré le laboratoire de Munich. L'organisation des exercices des élèves, qui est de sa création, peut servir de modèle, autant pour l'enseignement que pour les recherches de résultats pratiques. Mais il n'existe qu'un seul laboratoire de ce genre en Allemagne. Dans les autres écoles on se contente d'apprendre aux élèves le maniement des indicateurs, des freins et autres instruments utiles dans les essais. Le jour approche sans aucun doute où les écoles techniques, portées depuis 1880 au rang des universités, atteindront en mécanique comme dans les autres sciences le but le plus élevé de l'enseignement supérieur : former des convictions solidement assises sur la base expérimentale et pas seulement sur la parole du maître.

On peut assigner la date de 1875 au commencement du mouvement en faveur des laboratoires de mécanique en Angleterre, sous l'impulsion première du Professeur Kennedy; et la même date à celui qui s'est produit indépendamment aux États-Unis de l'Amérique du Nord. A peine installé dans la chaire de mécanique appliquée du Collège de l'Université à Londres, M. Kennedy tâchait d'intéresser le public à l'érection des laboratoires dans les écoles, en faisant remarquer que l'instruction pratique à y puiser remplissait un autre but que le stage dans les ateliers, sans être moins nécessaire, mais sans qu'il y eût une substitution possible. Presque au même moment le Professeur Thurston, aujourd'hui directeur du *Sibley College* à Ithaque (New-York), exposait les mêmes idées, mais en tenant compte du caractère des études et des coutumes industrielles de l'Amérique. A la même époque et tout à fait indépendamment (1875), je proposais la création d'un laboratoire de méca-

nique à l'École des Mines de Liège, et, confiant dans la clairvoyance des autorités, j'allais apprendre à expérimenter sous la direction de Hirn et avec le concours d'Hallauer et de M. Grosseteste. Mes projets ont été rendus publics par Hirn en 1876, à la Société industrielle de Mulhouse. Malheureusement j'avais compté sans les questions personnelles; aujourd'hui encore, je suis obligé de dire qu'elles ont primé les intérêts évidents de notre École, et c'est pourquoi le laboratoire de mécanique de Liège demandé avant 1875, arraché pièce à pièce et à force de persévérance, reste sans abri officiel, loin de l'école même, à la merci d'un ami qui lui donne l'hospitalité, et manquant par conséquent de l'organisation forte qu'il devrait avoir depuis longtemps. Je dois ajouter que, en ce moment même, les autorités universitaires nouvelles ont compris qu'un intérêt supérieur me guidait dans mes réclamations et font le possible pour que j'obtienne satisfaction. Plus heureux, les Professeurs Kennedy et Thurston virent leurs idées prendre rapidement un corps, se propager, et les laboratoires s'ériger rapidement avec de nouvelles écoles ou dans les anciennes. Ces laboratoires comprennent partout les deux parties relatives l'une à l'essai des matériaux, l'autre à celui des machines à vapeur. Successivement se sont élevés ceux de Londres aux collèges de l'Université (P^r Kennedy), à celui de Finsbury, au *Central Institute* (P^r Unwin), à Birmingham, Cooper's Hill, Sheffield, Leeds, Manchester, Liverpool, à Melbourne et à Sydney; en Amérique, à Ithaque, à Boston, Hoboken, Worcester, Minneapolis, Cambridge, Nashville, Ohio, Terre-haute, Illinois, etc. Il est à remarquer que, pour toutes ces écoles, ce sont des particuliers, de généreux donateurs, des industriels, qui ont en mains la haute direction comme l'honneur de la fondation; ils choisissent les professeurs parmi les plus capables, et leur donnent pleine autorité et responsabilité pour diriger leur enseignement dans la voie répondant au but de l'institution. Les fondateurs ont, comme les professeurs, un intérêt direct à la prospérité de l'École; c'est pourquoi une réforme reconnue utile s'introduit avec tant de rapidité, et les sommes qui y sont nécessaires se trouvent toujours fournies par des hommes de bonne volonté. Un seul exemple le prouvera : Sibley, fils de ses œuvres, ayant ainsi senti tout le prix de l'instruction, arrivé à force d'énergie à la fortune et à une très haute position, a fourni plus d'un million de francs pour l'érection de l'école de mécaniciens d'Ithaque à laquelle on a donné le nom de *Sibley College*. Un homme d'une compétence reconnue, M. Thurston, a été chargé de toute l'organisation, du choix des professeurs, les adjoints de son œuvre, du programme des cours et

exercices, de l'érection et de l'aménagement des laboratoires et ateliers. Cette école est un véritable modèle, peut-être la seule école de mécaniciens complètement organisée; aussi ses succès sont-ils rapides, le nombre de ses élèves énorme, et ses ingénieurs très recherchés dans un pays où à celui qui sollicite du travail on ne demande pas de produire un diplôme constatant qu'il a appris ce que des professeurs lui ont dit, mais bien de montrer ce qu'il a fait, afin qu'on puisse juger de ce qu'il est capable de faire, et de quelle utilité il peut être.

II

Si l'érection presque simultanée des laboratoires dans tous les pays de langue anglaise a prouvé qu'ils répondaient à un besoin général, la similitude de leur aménagement démontre aussi que l'accord règne sur les nécessités de l'éducation des ingénieurs au point de vue de la mécanique. Ce sont les essais calorimétriques, ceux faits en vue de déterminer la production et le rendement des chaudières, des machines à vapeur, les conditions d'économie des enveloppes, de la multiplication des cylindres, qui occupent la première place; on veut arriver à connaître la théorie vraie de la machine à vapeur et à débarrasser la science des formules décevantes basées sur des hypothèses hasardées. Chaudière et machine expérimentales constituent donc le fond de l'aménagement; il y a des chaudières de tous les systèmes aujourd'hui en vogue; et pour les machines elles sont généralement multi-cylindriques avec la possibilité de les faire marcher mono-cylindriques, pourvues d'enveloppes complètes qu'on peut arrêter à volonté dans leurs fonctions, de condenseurs à surface et par injection, enfin de tous les accessoires nécessaires aux mesures calorimétriques, freins, indicateurs, réservoirs-jaugeurs, thermomètres, manomètres, etc. Pour les essais de résistance, en général aux appareils de mesure créés par Bauschinger on ajoute des instruments écrivant le diagramme, l'histoire de l'essai, par le moyen de coordonnées donnant à la fois l'effort exercé et l'allongement total de l'éprouvette ou tout autre déformation. L'énumération des laboratoires modèles serait trop longue et je craindrais d'être injuste par omission involontaire. Mais, en ce qui concerne l'organisation du travail des élèves, je ne puis guère citer que ce que j'ai pu voir de mes propres yeux ou apprécier complètement; et le premier entre tous est le laboratoire du professeur Unwin à Londres (*City and Guilds Institute*). Par leur nature même les essais calorimétriques de machines exigent un certain nombre d'observateurs capables chacun de traiter toutes les parties du sujet, mais n'en pouvant faire qu'une seule à la fois. Pour former un tel person-

nel parmi les étudiants, M. Unwin les divise en groupes qui font chacun un essai par semaine et où les rôles sont à chaque fois intervertis. Les essais sont ensuite étudiés de manière à arriver au tracé du diagramme des échanges de chaleur entre la vapeur et les parois métalliques du cylindre. Nous saisissons l'occasion qui nous est ici offerte pour remercier M. Unwin d'avoir introduit notre méthode graphique de représentation des échanges dans son enseignement. Dans les exercices de notre laboratoire nous suivons une marche semblable, mais des difficultés matérielles restreignent les exercices à un fort petit nombre, en sorte qu'il nous est impossible de faire passer chaque élève à tous les postes. A la fin d'un essai chaque observateur dicte ses observations à tous les autres. Alors commence le travail de supputation qui ne s'arrête pas au calcul des échanges de chaleur, mais va jusqu'à la recherche des variations de la vitesse de rotation du volant et de celle du piston. Ainsi une seule expérience fournit les données nécessaires à peu près à tous les problèmes qui intéressent la mécanique appliquée et la physique industrielle. Et les jeunes gens savent au moins qu'ils ont affaire à des données réelles, expérimentales, et non à des fictions, ce qui est propre à leur inspirer confiance dans les résultats qu'ils trouveront. Leur travail est, du reste, suivi pas à pas et surveillé par mes assistants et par moi. Les essais de chaudière se font de la même manière et conduisent non seulement à déterminer le rendement, mais encore à analyser les diverses pertes quantitativement et qualitativement.

A Munich, M. Schroeter a institué un cours expérimental complet, s'étendant à deux années d'études. Les exercices commencent par la vérification des échelles, des indicateurs, des manomètres, thermomètres, etc., sous la direction du Professeur. Viennent ensuite le placement et le maniement des indicateurs et le surfacage au planimètre; puis les essais de consommation, au frein, au dynamomètre enregistreur; des essais de turbine au frein, avec jaugeage, enfin les essais calorimétriques comprenant des études complètes de moteurs thermiques. Ici M. Schroeter en compose la série de manière à mettre en évidence les effets du changement d'un élément seul. De la sorte il obtient des résultats qu'il est fort utile de compiler. Malheureusement la surcharge des programmes ne laisse pas aux étudiants le temps de se livrer à ce travail, et c'est M. Schroeter lui-même qui fait les calculs et discute dans ses leçons les conclusions. C'est quelque chose sans doute, mais ce n'est pas assez, et l'on conçoit aisément que l'honorable professeur ait émis le vœu d'une réforme se résumant à *plus d'exercices et moins de leçons orales*.

J'ose dire que c'est là un vœu général; non celui des professeurs de mécanique seulement, mais celui des praticiens éclairés et jaloux de leurs propres intérêts aussi bien que de l'intérêt public. Depuis longtemps une correspondance étendue m'en avait donné la conviction; de nombreux témoignages imprimés la confirmaient; j'ai voulu y ajouter encore des renseignements plus positifs, et, avant d'écrire ces pages, je me suis livré à une enquête qui m'a fourni de précieux documents. Leur résumé terminera cet article.

Parmi les documents publiés s'en trouve un d'une importance capitale autant par l'élévation des idées qui s'y trouvent émises que par le caractère de l'assemblée nombreuse qui les a approuvées et appuyées. C'était au Congrès de mécanique appliquée tenu à Paris en 1889, sous la présidence de l'illustre savant que la France vient de perdre, le Professeur Phillips, M. E. Cornut, de Lille, un praticien éclairé doublé d'un savant ingénieur, admirablement placé pour connaître tout le prix de l'expérience, réclama, avec une énergie et un talent peu communs, la fondation de laboratoires de mécanique au sein des écoles techniques supérieures, autant dans l'intérêt général de l'industrie que dans celui de l'éducation des ingénieurs et dans celui de la science appliquée qui, sur une foule de points, manque encore aujourd'hui de bien des données certaines et sûres; il regarde la nécessité de cette fondation comme partout reconnue et déplore les lenteurs administratives qui entravent le progrès. Le Congrès comptait dans son sein des autorités scientifiques de tous les pays; il n'y eut de discussion que sur des questions de forme et le vœu suivant fut adopté à l'unanimité: « Il y a lieu d'encourager par tous les moyens possibles la création et l'extension des laboratoires d'essais des matériaux et de machines, aussi bien dans les grandes Écoles du Gouvernement, dans les grandes administrations gouvernementales ou privées, que dans les établissements d'utilité publique tels, par exemple, que le Conservatoire des Arts et métiers. »

Dans un article quelque peu humoristique, mais au fond très sérieux, sur l'*engineering ignorance*, un ingénieur américain, M. Stevens, signale nombre de données expérimentales qui font défaut et dont cependant l'ingénieur a besoin de faire usage tous les jours; par là, l'art de l'ingénieur tombe dans l'empirisme et peut s'égarer faute de renseignements certains. Comme exemple nous ne citerons qu'une seule de ces données, c'est la quantité de chaleur qui passe par seconde et par mètre carré de surface à travers les parois des tubes d'un condenseur par surface. Les formulaires conseillent simplement, avec des tubes de certaines dimen-

sions, de donner 0,18 à 0,20 m. carré par cheval. Or qui ne sait que tel cheval mange par heure six kilos de vapeur et tel autre vingt kilos? Qui ne sait que la vapeur à condenser en poids égal peut différer considérablement non seulement par sa température mais encore et surtout par son titre? Le renseignement qui manque, c'est le nombre de calories transmises par mètre carré et par heure, et ce nombre donné avec les circonstances dans lesquelles il a été déterminé, l'état des surfaces, leur position, l'état de division, la température et la vitesse du courant d'eau, la longueur du parcours dans les tubes, etc., etc.

Qui fera les expériences exigeant tant de temps, de patience, de savoir, tant d'appareils, un matériel si coûteux, un personnel exercé, et conduisant à des données capables seulement d'enrichir la science et l'industrie, mais non les savants, et présentant souvent pour un seul industriel déterminé une importance restreinte? La réponse a été donnée par bien des personnes qui n'étaient pas des professeurs et, parmi lesquelles je n'en citerai que deux : Hirn et M. Michael Longridge, ingénieur en chef de la Société d'assurance des propriétaires d'appareils à vapeur de Manchester. Ils expriment nettement l'opinion que les professeurs seuls, pourvus de laboratoires, sont en mesure de rendre le service voulu à l'industrie. Et M. Longridge ajoute encore qu'eux seuls ont le temps d'étudier à fond les résultats d'expérience, travail indispensable, car les rapports sur essais de machines, dans lesquels on se contente de donner la consommation et le diagramme moyen, sont dépourvus de toute utilité, et de toute valeur autre que celle du papier sur lequel ils sont écrits.

En dehors des publications, j'ai en mains les témoignages de bien des professeurs éminents et de maints industriels, autorités indiscutées, dont il est utile à notre thèse de citer quelques noms : parmi les professeurs, Haton de la Goupillière, Zeuner, Hirsch, Schroeter, Peabody, Thurston, Smith, Colombo, Hele Shaw, G. Schmidt, Doerfel, Barr; parmi les ingénieurs non professeurs, ceux que nous avons nommés déjà, et Hirn, Donkin, Willans, Davey, Mair, Albert F. Hall, etc. etc.

De quelque manière que l'opinion de tant d'hommes éminents soit présentée, elle peut être résumée en quelques mots : les laboratoires de mécanique appliquée annexés aux écoles techniques sont utiles et même nécessaires à l'éducation des ingénieurs et ils peuvent rendre les plus grands services à la science et en hâter les progrès. Un

praticien consommé, M. Henry Davey, l'a exprimée comme suit : « Quant à l'éducation des ingénieurs, je tiens que c'est là (le laboratoire) le point capital de toute école technique, et pour trois raisons : Tout en donnant à l'étudiant une certaine habileté manuelle, la machine en marche d'un laboratoire donne aussi un caractère concret à l'enseignement oral et à celui des livres, et lui prête un intérêt que peu de professeurs, sans ce secours, seraient capables d'inspirer à des étudiants qui ne sont pas tous nés avec le génie mécanique. Ayant une machine à manipuler et à expérimenter, l'étudiant est mis face à face avec les faits réels auxquels les théories sont appliquées, ce qui le rend apte à juger de l'importance relative des diverses parties du sujet qu'il étudie. Il est ainsi sauvé du danger de devenir un théoricien pur, pour qui toutes les recherches conduisant à un résultat ont une égale importance. L'éducation expérimentale donne aux jeunes gens l'esprit d'exactitude, de précision, d'organisation, les met dans la possibilité de diriger eux-mêmes les opérations mécaniques. Elle donne à leur esprit la tournure pratique sans laquelle un ingénieur n'est que d'une mince utilité. En ce qui concerne les progrès à faire à la science de la machine à vapeur, le laboratoire est encore une précieuse acquisition. Il n'y a aucune raison pour qu'une machine de laboratoire ne soit pas construite de manière à résoudre bon nombre des problèmes qui se rencontrent dans la pratique, à faciliter leurs solutions aux investigateurs, ou à donner plus de précision aux données admises, enfin à distinguer ce qui est fondé de ce qui ne l'est pas en pratique réelle. Je sens si fortement l'utilité des laboratoires de mécanique que je regarde comme défectueuse et incomplète toute école qui n'en a pas.... »

Encore un mot du professeur Gaetano Lanza de Boston. Il émet un vœu important. Dans chaque laboratoire, le professeur varie les essais qu'il fait faire aux élèves, de manière à faire de chacun un élément d'une recherche générale. Le nombre et la variété de ces recherches générales sont si grands qu'on n'en peut faire qu'un petit groupe dans chaque laboratoire et avec une machine donnée. Il y aurait donc tout avantage à établir entre les divers laboratoires de mécanique une correspondance semblable à celle qui existe entre les Observatoires astronomiques.

V. Dwelshauvers-Dery.

Professeur de Mécanique appliquée
à l'Université de Liège.

LES RÉCENTS PROGRÈS DE L'INDUSTRIE SUCRIÈRE ¹

Le 29 juillet 1884, le Parlement vota une loi qui produisit une véritable révolution dans l'industrie du sucre, et eut sur le développement de cette industrie la plus heureuse influence. De cette révolution nous avions bien besoin; car nous ne nous étions pas tenus au courant des progrès accomplis par les fabricants allemands et autrichiens, notre outillage ne pouvait être comparé au leur, et nous produisions notre sucre à un prix trop élevé; aussi les sucres français se trouvaient-ils à chaque instant repoussés des marchés étrangers, et même des marchés français par les sucres de nos voisins. Le Gouvernement s'émut de cette situation et proposa cette loi à laquelle je viens de faire allusion.

Elle était bien simple, cette loi de 1884; elle portait que dorénavant l'impôt serait perçu, non plus sur le sucre produit sortant de l'usine, mais sur les betteraves au moment où elles entreraient à la sucrerie. La loi supposait que le fabricant saurait retirer de la betterave 6 % de sucre, soit 60 kilogs par tonne, et la tonne de betterave se trouvait imposée du prix qu'auraient payé sous l'ancienne législation 60 kilogs de sucre. Ce rendement légal, cette *prise en charge*, a été, par des lois successives, relevé à 7, — 7,25, — 7,5 % et elle est aujourd'hui de 7,75 % (loi du 4 juillet 1887), c'est-à-dire que 1.000 kilogs de betteraves doivent acquitter le droit de 77*500 de sucre, au prix de 60 francs par 100 kilogs, acquitter par conséquent un droit de 46 fr. 50.

Ce n'est pas là le seul impôt que le fabricant doit payer au Trésor. Il obtient en effet, en général, un rendement en sucre supérieur au rendement légal, et cette augmentation de rendement constitue ce que la loi nomme l'*excédent*. Les excédents, de par la loi de 1884, étaient exempts d'impôt, et le fabricant était en droit de les vendre comme s'ils avaient acquitté cet impôt; depuis, les excédents ont été frappés d'un droit qui s'élève aujourd'hui à 30 francs par 100 kilogs (loi du 5 août 1890), c'est-à-dire à la moitié du droit ordinaire. L'État partage dès lors avec le fabricant le bénéfice que celui-ci retire de l'augmentation de ses rendements.

Les conséquences sont faciles à prévoir. Le fabricant qui paye l'impôt sur la betterave s'attache à obtenir de cette betterave le plus de sucre possible; il exige du cultivateur que celui-ci ne lui fournisse que de la betterave riche, et installe dans son usine les procédés et les appareils les plus perfectionnés. De là les nombreux progrès accomplis

depuis 1884, tant sous le rapport de la culture que sous le rapport de la fabrication.

Sous l'influence de cette loi on a vu les rendements moyens s'élever pour la France de 5, 25 % qu'ils étaient avant 1884, à 10, 3 %, qui a été le rendement officiellement constaté en 1889-90. Le rendement de la campagne 1890-91, par suite de la basse température de l'été de 1890, a été un peu plus faible, mais s'est maintenu cependant au chiffre de 9, 4 %.

Exercée dans 377 usines, la fabrication a abouti en France à la production de 625.000 tonnes de sucre (dernière estimation), pendant la campagne 1890-91, et de 700.000 tonnes pendant celles de 1889-90. — Or, si l'on consulte les statistiques antérieures à 1884, on voit la production rester stationnaire entre 3 et 400.000 tonnes, et l'on arrive à cette conséquence que la quantité de sucre produit en France a doublé en quelques années.

J'ai dit que, pour obtenir ce résultat, il avait fallu la collaboration des cultivateurs et des fabricants.

Les cultivateurs ont appliqué à la betterave des procédés plus rationnels de culture, ils ont fait des labours plus profonds, des binages plus fréquents, mis sur leurs terres des engrais mieux appropriés; mais le principal progrès qu'ils ont eu à accomplir a consisté à substituer la graine de betteraves riches à 14 et 16 % de sucre, à la graine qui ne produisait que des racines pauvres à 10 et 12 %.

Ces graines de races riches étaient bien connues; on les cultivait d'une façon courante en Allemagne, mais on se refusait à les employer en France; elles fournissaient à l'hectare un poids de racines moindre que les graines de race pauvre, et souvent encore le fabricant achetait la betterave au poids sans s'inquiéter de sa teneur saccharine; il a suffi d'établir dans les marchés entre fabricants et cultivateurs une série de prix proportionnels aux richesses en sucre, pour que le cultivateur, obtenant un poids de betteraves riches en sucre, moindre que celui qu'il avait l'habitude d'obtenir, pût réaliser à l'hectare un rendement supérieur en argent; il avait intérêt dès lors à ne cultiver que de la betterave riche.

I

Tel a été le rôle du cultivateur; examinons maintenant quel a été le rôle du fabricant.

Pour analyser les progrès accomplis dans la fabrication du sucre, nous devons suivre cette fabrication depuis l'entrée de la betterave à l'usine jusqu'à la sortie du sucre que cette betterave abandonne entre les mains du fabricant.

(¹) Conférence faite au laboratoire de M. le Professeur Friedel, le 23 mai 1891.

Les laveurs et les épierreurs sont ceux dont on faisait autrefois usage; mais on leur a donné plus d'importance; on les a multipliés, de façon à éliminer d'une façon complète la terre et les pierres qui adhèrent à la surface chevelue de la betterave, et à éviter de faire peser par la bascule de la Régie un poids inutile. C'est encore dans le même but, et pour ne pas payer l'impôt sur une matière inerte, que certains fabricants égouttent, au moyen de tables à secousses, l'eau dont les racines sont recouvertes au sortir des laveurs.

Le seul procédé en usage aujourd'hui pour extraire le jus de la betterave est le procédé de Julius Robert, le procédé de la diffusion. On ne rencontre les râpes et les presses que dans trois ou quatre usines, qui, ayant adjoint à la sucrerie une distillerie de betteraves, sont soumises à un régime fiscal différent de celui dont nous avons parlé. Introduit en 1876 par M. Quarez à Verberie, le procédé de la diffusion s'est répandu lentement jusqu'en 1884. La nouvelle loi a nécessité partout son adoption.

Les coupe-racines, chargés de débiter la betterave en cossettes, ont été perfectionnés de telle façon que la cossette présente à la diffusion la plus grande surface possible.

Les diffuseurs sont, comme au début, de grandes capacités de fonte, de 15 à 20 hectolitres, munis de calorisateurs, rangés les uns à côté des autres en batterie de douze ou de quatorze. Chacun d'eux contient des cossettes à différents degrés d'épuisement. L'eau pure, arrivant en queue de la batterie sur les cossettes épuisées, s'enrichit de plus en plus au contact de cossettes de plus en plus riches, et sort par la tête de la batterie à l'état de jus concentré.

Depuis deux ou trois ans on s'attache dans quelques usines à faire travailler la batterie en deux batteries séparées de six ou sept diffuseurs. La supériorité de cette manière de faire sur la méthode ordinaire ne paraît pas être encore bien établie.

Un progrès que l'on peut rattacher à la diffusion, est l'acceptation par les cultivateurs de la cossette épuisée; habitués qu'ils étaient à la pulpe de presses, qui était relativement sèche, ils n'ont accepté au début qu'avec une grande défiance la pulpe de diffusion qui était beaucoup plus hydratée.

Des tentatives intéressantes ont été faites, ces temps derniers, notamment par M. Magnin, pour dessécher ces cossettes, permettre par conséquent leur conservation pendant une longue durée, permettre également leur transport à des frais relativement peu élevés.

Le jus de betteraves est, au sortir des diffuseurs, purifié par la chaux et l'acide carbonique, et l'on suit encore dans nos sucreries l'ancien procédé de

Possoz et Périer, c'est-à-dire le procédé par défécation et double carbonatation. A la chaux on a cherché à substituer le baryte, la magnésie, etc.; mais il a fallu toujours revenir au procédé primitif, qui donne encore les meilleurs résultats.

Les cuves de carbonatation sont toujours aussi basses qu'elles étaient autrefois; c'est là une mauvaise disposition. Le gaz du four à chaux ne contient que 25 à 30 % d'acide carbonique, qui, dilué dans un excès d'air et d'azote, s'absorbe difficilement. On augmentera nécessairement les chances d'absorption du gaz, en surélevant les cuves, et en forçant le gaz à parcourir une plus grande hauteur de liquide.

Les filtres-presses qui servent à séparer les boues calcaires, ce que l'on nomme improprement les *écumes*, sont plus puissants qu'ils ne l'étaient autrefois. Cela tient à ce que l'on évite aujourd'hui de laisser les jus de première carbonatation se décanter, pour ne passer au filtre-pressé que la partie trouble, et que, dans le but d'empêcher les jus, abandonnés au repos, de s'altérer dans leur composition, on sépare les impuretés insolubles au sortir même de la cuve de carbonatation.

Un changement plus radical encore qui s'est introduit en sucrerie a été la suppression partielle du noir animal, qui servait pour décolorer les jus et les sirops. Dans un grand nombre d'usines, au lieu de filtrer ces jus et ces sirops sur une colonne de noir, on se contente de les faire traverser un tissu spécial de coton, dit *tissu Puvrez*. Il est probable que, par suite d'affinités capillaires, les fibres du coton retiennent une partie des matières colloïdes, colorantes, que les jus et les sirops contiennent. La purification est évidemment moins profonde que celle que l'on obtenait avec le noir animal; mais l'emploi de ces tissus est tellement économique que l'on s'en contente dans la plupart des cas.

Pour obtenir cette filtration des jus et des sirops à travers ces tissus, on les dispose de différentes façons. Tantôt le tissu est cousu sous forme de grands sacs, dont la tête est ficelée solidement sur le tuyau qui amène sous pression le liquide à décolorer. Celui-ci gonfle le sac, et filtre à l'extérieur. Tantôt le tissu est placé entre les plateaux de véritables filtres-presses. Tantôt enfin il est disposé à l'intérieur d'appareils spéciaux qui portent le nom de filtres *Daneck*, de filtres *Kazalowski*.

Le jus, après avoir été déféqué et clarifié, est soumis à l'évaporation au moyen de l'appareil à évaporer dans le vide et par triple effet, et est amené à l'état de sirop; au moyen de la chaudière à cuire dans le vide il est transformé en masse cuite.

II

L'appareil à évaporer dans le vide et par triple

effet, a reçu plusieurs modifications de détail, qui ont permis d'obtenir un travail plus régulier et plus rapide. On a tout d'abord rétabli les tubes que Rillieux avait eu soin, au moment où il créa le triple effet, de placer sur chacune des caisses, et qui sont destinés à enlever, au fur et à mesure qu'elles se produisent, les vapeurs ammoniacales. Ces vapeurs qui proviennent de l'action de la chaux sur les amides (asparagine, glutamine), contenues dans le jus de betteraves, sont peu diffusibles; elles s'accumulent à la surface des liquides qui s'évaporent pour y former matelas, et l'on a reconnu que l'on augmente la rapidité de l'évaporation quand au moyen de ces tubes spéciaux, sur lesquels agit une pompe, on parvient à les faire disparaître.

Les vases de sûreté ou brise-mousses, qui ont pour but de retenir les particules liquides entraînées par la vapeur, sont en général placés contre chacune des caisses du triple effet. La Société des anciens établissements Cail les dispose au-dessus même de la caisse, ce qui représente une réelle économie de construction.

Enfin entre chacune des caisses d'évaporation on voit figurer souvent des cylindres de tôle, à l'intérieur desquels on a disposé un certain nombre de plaques de tôle perforées. Ces cylindres, désignés sous le nom de *ralentisseurs Hodeck*, ont pour effet de retenir d'une façon complète les gouttelettes de liquides sucrés que la vapeur pourrait entraîner hors de l'appareil d'évaporation. Cette vapeur en effet est obligée, avant de s'échapper, de venir frapper contre les tôles perforées. Les gouttelettes liquides perdent leur force vive, viennent se rassembler au fond du cylindre, et le liquide sucré peut, à l'aide d'un petit tube, être ramené constamment à la chaudière.

Si intéressantes que soient ces modifications, elles ne sont rien en comparaison de celles que j'ai maintenant à vous faire connaître. Depuis deux ou trois ans on voit dans quelques sucreries ajouter à l'appareil d'évaporation une quatrième caisse, c'est-à-dire que l'on transforme l'appareil à triple effet en appareil à quadruple effet. Cet appareil est d'autant plus intéressant qu'il comporte un mode de chauffage essentiellement différent de celui auquel on était habitué, et qu'il devient, par suite d'une distribution spéciale de la vapeur, l'âme de l'usine tout entière. La vapeur nécessaire à toute la sucrerie, à l'exception de celle que l'on envoie dans l'appareil à cuire et dans les calorificateurs de la batterie de diffusion, passe par la première caisse du quadruple effet, et c'est alors la vapeur issue du liquide qui s'évapore dans cette chaudière qui va alimenter l'usine. Dans la première caisse on envoie en effet de la vapeur à 110° provenant

du générateur, et, sous l'influence de ce chauffage, le liquide contenu dans cette caisse bout à 105°, c'est-à-dire sous pression (ce qui, dans les appareils ordinaires n'a jamais lieu). La vapeur de ce liquide à 105° va échauffer le liquide de la seconde caisse; mais les choses ont été disposées de telle façon qu'il y ait un excès de vapeurs, et c'est cet excès de vapeurs que l'on vient puiser au sommet de la première caisse pour alimenter trois batteries de réchauffeurs tubulaires. Dans une des batteries circule le jus déféqué et clarifié qui se rend dans la première caisse d'évaporation; dans l'autre, les jus qui vont en seconde carbonatation et qui doivent être échauffés à 100°; dans l'autre enfin, les sirops qui se dirigent vers la chaudière à cuire.

— La seconde caisse contient un liquide, qui, sous l'influence du vide que l'on produit à la façon ordinaire, bout à 95°. Ses vapeurs vont échauffer la troisième caisse. Mais là encore il y a excès de vapeur, et cet excès est employé pour alimenter une batterie de réchauffeurs, où passe continuellement le jus qui va subir la première carbonatation et qui doit être maintenu à la température de 60°. — Le liquide de la troisième caisse bout à 80°, celui de la quatrième à 50-55°. Le vide est, comme d'ordinaire, produit sur cette dernière par la condensation de ses vapeurs au moyen d'une pluie d'eau froide; le vide de la troisième par la condensation de ses vapeurs au contact du liquide de la quatrième; le vide de la seconde, par celle de ses vapeurs au contact du liquide de la troisième. — Cet appareil donne au fabricant qui l'emploie une économie de vapeur, et par conséquent de charbon, qui représente près de 30 % de la dépense qu'occasionne l'emploi de l'appareil ordinaire à triple effet, et le réchauffage des jus et des sirops dont nous avons parlé.

Le sirop qui s'écoule de l'appareil d'évaporation après avoir passé sur le noir ou à travers les tissus Puvrez, est chauffé dans la chaudière à cuire, et transformé en masse cuite. La turbine sépare de cette masse cuite le sucre cristallisé et le sirop d'égout. Celui-ci est recuit, donne les sucres de 2^e, puis de 3^e jet, et l'on arrive ainsi au dernier résidu de la sucrerie, c'est-à-dire à la mélasse.

III

On ne traite guère, en France, la mélasse pour en extraire le sucre, et mon premier soin sera de faire connaître les causes de cette situation, qui paraît incompatible avec la tendance générale, que nous constatons chez nos fabricants, d'extraire le plus de sucre possible de leurs betteraves. Au moment de l'apparition de la loi de 1884, tous songèrent à traiter ces mélasses, ou à les vendre aux raffineurs, qui se proposaient de les acheter à un

prix rémunérateur. La distillerie de mélasse voyait de ce fait la matière première de sa fabrication lui échapper; elle protesta auprès des pouvoirs publics qui firent voter une loi (4 juillet 1887) par laquelle les mélasses qui étaient dirigées vers la distillerie, étaient déchargées d'une somme représentant l'impôt de 14 kil. de sucre par 100 kil. de mélasse, soit de 8 fr. 40, imputable au compte du fabricant; et il est arrivé alors que les fabricants ont eu plus d'avantages à toucher cette somme de 8 fr. 40 et à vendre leurs mélasses à la distillerie, qu'à bénéficier, après une extraction onéreuse, du sucre que leurs mélasses contenaient.

Aussi l'extraction du sucre des mélasses est-elle, en France, limitée à trois raffineries et à deux fabriques. Le procédé de l'osmose, le procédé de Dubrunfaut, n'est plus appliqué : les résultats qu'il fournit ont cessé d'être avantageux, et dans les usines dont je viens de parler, on préfère extraire le sucre en le transformant en sucrares insolubles; on fait de la *sucraterie*.

L'une des raffineries travaille au moyen de la baryte (raffinerie Lebaudy), les deux autres au moyen de la strontiane, procédé Scheibler (raffineries Parisienne et Say); les deux fabriques (sucreries de Souppes et d'Ardres) emploient le procédé Steffen à la Chaux.

Pour extraire le sucre au moyen de la baryte, on fait bouillir la mélasse avec un excès d'eau de baryte saturée. Le sucraire de baryte insoluble se précipite, est recueilli, lavé et décomposé par l'acide carbonique. Le sucre est mis en liberté, et le carbonate de baryte est ensuite régénéré pour rentrer en fabrication.

Le procédé à la strontiane donne également et dans des conditions analogues un sucraire insoluble, le sucraire bistrontique. Au lieu de décomposer ce sucraire par l'acide carbonique, on l'abandonne au froid, et l'on voit ce sucraire se dédoubler: d'une part un sucraire mono-strontique qui se dissout dans la petite quantité d'eau adhérente au précipité, d'une autre, en strontiane hydratée, qui cristallise et qui rentre immédiatement en travail. Le sucraire monostrontique est repris par l'acide carbonique, et l'on économise de cette façon la moitié du gaz qui serait nécessaire à la décomposition du sucraire.

Le procédé Steffen à la chaux offre l'avantage de pouvoir être suivi par les sucreries, et cela pendant la campagne même; il aboutit, en effet, à la production de sucraire de chaux insoluble, et c'est au moyen de ce sucraire de chaux que l'on produit la défécation des jus de diffusion. Le sucre des mélasses retourne donc en travail, sans qu'il soit besoin d'utiliser plus d'acide carbonique que dans le cas ordinaire de la carbonatation. Le fabricant, qui

veut appliquer ce procédé Steffen, a eu soin de conserver les mélasses de la campagne précédente; au moyen de l'eau, il les dilue, jusqu'à ce qu'elles contiennent environ 8 % de sucre, et il y ajoute, en ayant soin que la température ne s'élève pas au-dessus de 15° C, de la chaux vive finement pulvérisée. S'il employait de la chaux éteinte, il se formerait du sucraire soluble, tandis qu'en présence de la chaux vive, il se forme du sucraire tribasique insoluble dans l'eau, celui même que l'on obtient par la coagulation à la chaleur d'une solution de sucraire de chaux. Le sucraire insoluble est recueilli entre les plateaux d'un filtre-pressé; on le délave dans l'eau, et on l'ajoute aux jus de diffusion.

Le sucre produit en fabrique se présente à l'état de cristaux isolés. La consommation le refuse sous cette forme, et demande qu'il soit moulu en pains ou en morceaux. C'est là le travail que le raffineur doit exécuter. A cet industriel incombe également le soin de purifier les sucres roux indigènes et les sucres exotiques.

La raffinerie est toujours localisée dans de grandes usines. Vainement on a cherché jusqu'ici à supprimer entre le consommateur et le producteur cet intermédiaire, qui est le raffineur; vainement on a cherché des procédés qui permettent au fabricant de raffiner lui-même son sucre. On s'est heurté à des impossibilités commerciales, industrielles et même administratives, et nous ne possédons en France que trois fabriques-raffineries; elles travaillent très habilement, obtiennent de bons résultats, mais leur existence se trouve continuellement menacée par la grande raffinerie.

On raffine encore le sucre en le mettant sous forme de pains, mais on préfère souvent le mouler en plaquettes qui, au sciage et au cassage, fournissent moins de déchets. Bien des procédés ont été proposés pour obtenir ce résultat; je ne vous citerai que celui de *Tiez, Selwig et Lange*, dont la Société des anciens établissements Cail est la concessionnaire. Les sucres sont, comme dans le procédé ordinaire, refondus, traités au noir fin et au sang de bœuf, au filtre-Taylor, etc., puis cuits à l'état de masse cuite et coulés dans une caisse en tôle galvanisée. Cette caisse est cloisonnée au moyen de lames de zinc, et entre ces cloisons on voit se former, par la solidification de la masse cuite, un certain nombre de plaquettes de sucre, toutes gorgées encore de sirop d'égout. On reprend ces plaquettes et l'on en chasse le sirop d'égout en les soumettant à la force centrifuge d'une turbine. Pour enlever les dernières traces de sirop impur qui baigne encore les cristaux, on place les plaquettes dans une caisse autoclave où l'on fait le vide, et où l'on fait entrer ensuite une clairce de

sucre pur, qui est immédiatement absorbée comme elle le serait par une éponge. On place une seconde fois les plaquettes dans la turbine, on en produit un nouveau clairage, pour les soumettre une dernière fois au turbinage. Les plaquettes sont ensuite séchées dans une étuve, sciées et cassées, pour obtenir ces morceaux rectangulaires auxquels la consommation s'est habituée depuis quelques années.

Enfin, je dirai un mot d'un procédé bien nouveau encore, car il n'est qu'à l'essai dans une de nos plus grandes raffineries parisiennes. Au lieu de produire, par la refonte des sucres roux, des pains ou des plaquettes qu'il faut turbiner et clairer, on peut laver au préalable les sucres roux, et cela au moyen de sirops saturés de sucre, pour les fondre ensuite et obtenir une masse cuite absolument blanche. C'est là un procédé imaginé par M. Steffen, et qui donne, paraît-il, d'excellents résultats en Allemagne.

IV

J'ai consacré la plus grande partie de cette conférence au sucre de betteraves. L'intérêt qu'offre sa fabrication justifie l'importance que nous y avons attachée; mais nous ne saurions nous désintéresser du sucre de cannes. Parmi les gros producteurs, nous devons compter nos colonies, dont les sucres arrivent en France, protégés par une législation fiscale avantageuse et viennent ainsi maintenir les cours relativement bas de nos sucres indigènes.

De tous côtés, aussi bien dans nos colonies de la Guadeloupe, de la Martinique et de la Réunion, qu'à Cuba, à Java, à la Jamaïque, on voit l'industrie de la canne se perfectionner.

Plusieurs établissements ont adopté le procédé de la diffusion et obtiennent des rendements plus considérables que ceux obtenus jusqu'ici au moyen des moulins ordinaires. Certains fabricants soumettent à la diffusion, non pas la canne elle-même, mais la *bagasse*, c'est-à-dire le résidu du pressurage

de la canne au moulin. Ils réalisent de cette façon les mêmes rendements, et ils ont l'avantage de brûler moins de charbon que dans le premier cas pour évaporer le *vesou*; car le jus que l'on obtient en pressant la canne est toujours beaucoup plus concentré que celui que l'on produit au moyen de la diffusion.

Ce n'est pas seulement par l'adoption du procédé de la diffusion, que la sucrerie de cannes a réalisé de grands progrès dans sa fabrication; c'est aussi par l'adoption du *triple effet*, des chaudières à cuire dans le vide, des turbines, de tous les appareils en un mot, dont on fait usage dans la sucrerie de betteraves.

Enfin il est un dernier fait, et c'est en vous le signalant que je terminerai cette conférence. Il y a trois ans, MM. Bowell et Harrison, chimistes à la Barbade, furent assez heureux pour découvrir la graine de la canne à sucre, et purent reproduire par semis ce roseau que l'on ne savait reproduire que par boutures. Ce fait, s'il se vérifie, a une importance plus grande qu'on ne pourrait croire au premier abord. Le jour où l'on sera maître du procédé des chimistes Anglais, on pourra opérer des croisements, faire des sélections qui permettront d'obtenir des races de cannes riches en sucre produisant beaucoup à l'hectare.

C'est du fait de tous ces progrès, dont l'industrie exotique poursuit l'accomplissement, que l'industrie de la betterave se trouve menacée, et il y a des esprits, peut-être pessimistes, qui prévoient dès aujourd'hui la déchéance et peut-être même l'anéantissement de la sucrerie de betteraves en Europe. Aussi nos fabricants devront-ils redoubler d'efforts pour maintenir cette industrie si intimement liée au développement de notre agriculture.

L. Lindet,
Professeur suppléant
à l'Institut agronomique.

LES DAHOMÉENS

ÉTUDE ANTHROPOLOGIQUE

La troupe des Africains récemment exposée au Jardin d'Acclimatation sous le nom de « Dahoméens » et qui attirait une foule de visiteurs par ses danses, ses simulacres de guerre, ses costumes bizarres, présentait aussi un grand intérêt au point de vue scientifique, en mettant sous nos yeux des échantillons authentiques des peuplades nègres encore peu connues. Elle se composait de quarante in-

dividus, hommes, femmes, et enfants, appartenant à deux groupes ethniques distincts : les *Yorouba* (fig. 1 et 2) et les *Èvè* ou *Eoué* (fig. 3). Ces deux populations habitent la côte des Esclaves, baignée par le golfe de Guinée depuis le cap Saint-Paul jusqu'au delta du Niger, de même que le pays situé à deux ou trois cents kilomètres dans l'intérieur et appartenant aujourd'hui aux Anglais (colonie de Lagós),

aux Français (colonie de Whydah et de Porto-Novo) et aux Allemands (le Togo). La rivière de Vhémé ou Oagbo qui se jette dans la baie de Bénin à une dizaine de kilomètres à l'ouest de Porto-Novo, sert de limite approximative entre les deux populations : Evé à l'ouest et Yorouba à l'est.

Les Evé se divisent en plusieurs tribus qui ne diffèrent entre elles que par leur dialecte. Les principales de ces tribus sont les *Anlo*, les *Krepis*, du pays de Togo, les *Gèges*, *Gégi* ou *Djedji* du littoral de Whydah et de Porto-Novo et les *Dahoméens* ou *Féons* (*Faouins*) qui forment plus au nord un royaume tristement célèbre par la cruauté de ses souverains. Les *Yorouba* se divisent aussi en diverses tribus : les *Yébou*, immédiatement à l'ouest du delta du Niger, les *Iktou* plus à l'ouest encore, les *Ekba* ou *Igba* du pays d'Abbeokouta, voisin de nos possessions, et enfin les *Nagos* du Porto-Novo. Le gros de la troupe exhibée au Jardin d'Acclimation se composait de Dahoméens et d'Ekba.

Les Yorouba étaient les habitants primitifs de tout le pays qui s'étend au nord de la côte des Esclaves jusqu'à peu près le neuvième degré de latitude N.; mais ils ont été refoulés vers la côte et dans l'est par les hordes des peuplades Evés qui ont envahi, au commencement du siècle passé, le pays actuel de Dahomé et plus tard (en 1772), le Togo et les royaumes de Porto-Novo et de Juida (le Whidah ou Ouida actuel). Dans le royaume de Porto-Novo, aujourd'hui sous notre protectorat, les *Gèges* (de souche Evé) ont imposé leur autorité aux Nagos (de souche Yorouba) et c'est de cette race que sortent les rois et les principaux chefs de ce royaume. La plupart des Nagos ont été au contraire réduits à l'état d'esclaves, et ce sont eux avec les *Mina*, émigrés du royaume d'Achanti, qui formaient, à l'époque de la traite, le

plus gros des cargaisons des négriers à destination du Brésil. Le nom de *Mina* était d'ailleurs appliqué, au Brésil, indistinctement à tous les Nègres importés de la côte des Esclaves, tandis qu'on appelait *Apolloniens*, ceux de la côte de l'Or. En somme, la majorité de ces *Minas* étaient des Achantis et des Yorouba.

A en juger d'après les échantillons que nous avons pu examiner à Paris et d'après les photo-

graphies, les Yorouba et les Evé se ressemblent beaucoup entre eux au point de vue physique; d'autre part, ils présentent plusieurs traits communs avec les Achantis. La taille moyenne des Yorouba-Ekba, mesurés par nous, est de 1^m,63 pour les hommes, de 1^m,57 pour les femmes; celle des Evé-Dahoméens est de 1^m,64 pour les hommes, de 1^m,57 pour les femmes. Cette taille est inférieure à celle que nous avons trouvée chez les populations les plus proches comme habitat : les Achantis et les nègres Krous de Libéria (1^m,69), exposés à Paris en 1887 et les Sénégalais (1^m,70) qui sont venus à l'Exposition de 1889¹.



Fig. 1. — Boïna, jeune garçon Yorouba.

La couleur de la peau est relativement plus claire que chez les autres Nègres du nord de la côte occidentale de l'Afrique. Elle varie du chocolat clair au canelle ou vieux cuir, tandis que celle des Achantis est d'un brun très foncé et celle des Sénégalais presque noire. Les Krous se rapprochent au contraire des Evé et des Yorouba par leur coloration peu foncée. La tête est assez allongée. L'indice céphalique, c'est-à-dire le rapport centésimal du diamètre antéro-postérieur du crâne au diamètre transverse est de 75 pour les Yorouba (hommes et femmes), de 77 pour les hommes Evé

¹ Voy. DENIKER et LALOY, *Les Races exotiques à l'Exposition universelle*; « l'Anthropologie », 1890, p. 257 et 513.

et de 75 pour les femmes de cette peuplade. Ces chiffres sont voisins de ceux que nous avons obtenus en mesurant les Achantis (77, hommes et femmes), les Krous (75, hommes et femmes) et les Sénégalais (75, hommes seulement). Ils dénotent une uniformité remarquable dans la configuration de la tête chez tous les Nègres en général; les indices varient dans les limites très serrées, de 75 à 77. Nous n'allons pas insister sur d'autres caractères somatologiques des Yorouba et des Evé, mais nous ne pouvons pas nous abstenir de faire deux observations. La forme du nez diffère singulièrement dans les deux sexes; chez les hommes on rencontre assez fréquemment des nez proéminents, droits et même recourbés, presque aquilins et assez étroits (fig. 1); tandis que chez les femmes le nez est presque toujours aplati, souvent comme écrasé, très large, à pointe grossière et parfois concave (fig. 2 et 3). Si l'on peut se servir de comparaisons, le nez des hommes rappelle celui des Abyssins ou des Somalis, tandis que chez les femmes le nez ressemble à celui des Boschimanés ou des Hottentotes.

Une autre particularité, commune celle-là aux indigènes dont nous parlons et aux Achantis et Krous, c'est le développement des muscles jumeaux de la jambe qui donne au mollet une saillie aussi prononcée que chez les individus de la race blanche (fig. 2), tandis que l'on sait que chez la plupart des nègres du Sénégal et du Soudan le mollet est très peu saillant.

En général les Dahoméens et les Ekbas sont bien faits et le torse des hommes pourrait servir

de modèle au point de vue plastique; on ne peut en dire autant des femmes, car la plupart ont des formes lourdes, les seins pendants, la face aplatie, etc. (fig. 2 et 3).

Si l'on compare le type physique des Ekbas et des Dahoméens avec celui des autres Nègres de l'Afrique occidentale, on voit que ces peuplades forment comme un passage du groupe sénégalien ou nigritique au groupe bantou¹. Mais ce qu'il y a de plus remarquable et de tout-à-fait frappant, d'ailleurs, c'est l'abaissement de la taille qui s'observe chez les populations nègres dans certaines régions de l'Afrique occidentale.

D'après nos propres mensurations et d'après celles de plusieurs autres observateurs—Corre, Verneau, Zin-graff, Wolf, Mense—on peut dresser le tableau suivant de la taille des populations nègres de l'Afrique occidentale en les disposant dans l'ordre géographique, du nord au sud :



Fig. 2. — Gouma femme Yorouba.

NOMBRE DE SUJETS MESURÉS	PEUPLADES	TAILLE MOYENNE EN MILLIMÈTRES	
		Hommes	Femmes
15	Oulofs	1720	—
7	Toucouleurs	1707	—
7	Mandingues	1672	—
10	Krous	1690	1619
10	Achantis	1693	1554
20	Evé-Dahoméens	1637	1574
14	Yorouba-Ekba	1630	1561
8	Okanda	1695	—
36	Adouma	1594	—
3	Batek	1644	—
14	Kakongo	1670	—
12	Mouchikongo	1652	—
43	Bangala	1658	—
11	Balouba	1698	—
13	Angolais	1667	1486

¹ La limite entre les deux groupes se trouve à la baie du Cameroun.

Un simple coup d'œil sur la carte suffira pour se convaincre du fait que la taille, très élevée au Nord (Sénégal, Libéria) et assez élevée dans le Sud (Angola), s'abaisse d'autant plus qu'on se rapproche de la région intermédiaire et notamment en deux points : entre le Congo et l'Ogooué

d'une part, et vers le Dahomé de l'autre. L'explication du premier de ces phénomènes pourrait se trouver dans l'admission des mélanges avec les populations *négrilles*, dites pygmées. En effet, depuis les explorations de Schweinfurth, de Stanley, de Wolff, de Marche, de Junker, de Crampel, et depuis les travaux de De Quatrefages, Hamy, Emin Pacha et autres, il n'y a plus de doutes sur l'existence des populations noires pygmées dispersées sur une large bande de territoire qui s'étend à 3 degrés au nord et au sud de l'équateur, à travers tout le continent noir, depuis l'Ouganda jusqu'à l'embouchure d'Ogooué. Les *Akkas* ou *Tiki-Tiki* du Haut Nil, les *Quamboutti*

niens, il est plus difficile de les expliquer. La race pygmée s'étendrait-elle dans l'intérieur de l'Afrique beaucoup plus au nord qu'on ne le suppose? Les renseignements positifs manquent à cet égard. Cependant il y a quelques indications de l'existence des peuplades de petite taille dans ces parages.

Déjà en 1818 le voyageur Mollien signalait une population pygmée dans le pays de Tende-Maïé vers les sources du Niger; mais ce fait n'a pas encore été confirmé par les voyageurs modernes qui ont passé dans le voisinage de cette contrée. Par contre, un autre fait singulier vient d'être signalé tout récemment par un voyageur allemand, le colonel Kound'ou : c'est l'existence d'une population de très petite taille, appelée *Boyaeli* ou *Baïec* dans le pays situé à quelque deux cents kilomètres de la côte, entre les rivières Sananga et Campo (Colonie allemande de Cameroun). Si les descriptions plus complètes nous confirment que par leurs autres caractères



Fig. 3. — Satia, femme Dahomé.

de l'Arouwimi, les *Batouas* du Congo, les *Obongos*, les *Achongos* et les *Bayagas* de l'Ogooué sont les principaux anneaux de cette chaîne de peuplades qui s'étend des montagnes du lac Victoria-Nyanza jusqu'à l'Océan Atlantique. La taille excessivement petite des Adoumas de l'Ogooué (voy. le tableau), jointe à plusieurs autres caractères que nous avons pu constater chez eux (la brachycéphalie, la forme de la face, etc.), ne laisse pas de doutes sur une forte proportion de sang *négrille* dans les veines de ces nègres, les plus proches voisins des pygmées. Quant à la petite taille des Dahoméens, de certains Yorouba et Achantis et à la forme brachycéphale de la tête, observée par nous chez ces der-

ces *Boyaeli* se rapprochent des pygmées, ou du moins des populations métissées qui en sont issues, comme les Adoumas, l'explication de la petite taille des Yorouba et des Dahoméens serait presque trouvée, car l'habitat des *Boyaeli* n'est séparé de celui des peuples Yorouba que par la baie de Cameroun et le Delta du Niger. Il est fort probable que ces *Boyaeli* sont des frères de race des *Bayagas*, vrais pygmées, que notre vaillant voyageur Crampel avait signalés tout récemment au nord de l'Ogooué, à peu près par 2° latitude Nord et 13° longitude Est, par conséquent à quelque deux cents kilomètres au sud

¹ Mittheilungen... aus den Deutschen Schutzgebieten, t. II, p. 109; Berlin, 1889. (Publication semi-officielle.)

des Boyaeli¹. Toujours est-il qu'il faut aujourd'hui tenir sérieusement compte d'un élément ethnique de petite taille et brachycéphale, répandu en Afrique sur une étendue beaucoup plus considérable qu'on ne l'avait supposé tout d'abord.

Nous nous sommes un peu appesanti sur ces questions, car elles nous paraissent avoir un grand intérêt et sont peut-être sur le point d'être résolues à la suite de nombreuses explorations qui surgissent de tous côtés en Afrique. Il nous reste peu de place pour parler de la vie sociale, des mœurs et des coutumes des Yorouba et des Dahoméens.

Il y a un siècle le nom de Dahoméens était à peine connu des Européens. C'était une petite peuplade, appelée indistinctement *Feon*, *Efon*, *Faouin* qui habitait autour de la ville de Dahif, près d'Abomey actuelle. Dès le commencement du xvin^e siècle le chef de cette tribu, Tacoundou, déclara la guerre au roi d'Abomey, s'empara de la capitale de son royaume et fit prendre à son clan le nom de Dahomé. On peut donc considérer Tacoundou comme le fondateur du royaume de Dahomé, un des rares états nègres qui furent constitués sans l'intervention de blancs ou de métis. La conquête des pays situés sur la côte et surtout celle du royaume de Juida (Whydah) par un des successeurs de ce chef, Agadjà Toroudou firent connaître les Dahoméens en Europe. Le commerce d'esclaves avec les Européens (aboli nominalement en 1843), les guerres fréquentes des Dahoméens contre leurs voisins, les habitudes sanguinaires qui font pour ainsi dire partie de la constitution politique de ce peuple, enfin les efforts de l'Angleterre à mettre un terme à ces atrocités, toutes ces causes ont donné au Dahomé une notoriété bien supérieure à son importance réelle. D'ailleurs nos connaissances sur ce peuple sont tout à fait superficielles. En ce qui concerne son état social, ses mœurs et ses coutumes, nous sommes réduits à des récits des voyageurs, fort peu nombreux, qui ont pu pénétrer dans le Dahomé². La plupart de ces voyageurs ont suivi le même itinéraire : de la côte vers la capitale, la ville d'Abomey; seul Duncan avait dépassé ce point. Les descriptions de la cour du roi, de ses amazones, de ses fêtes sanguinaires appelées « les coutumes », des sacrifices humains, de l'esclavage, etc., sont trop connues pour que nous allions répéter ici ce qui a été dit déjà plusieurs fois. Il n'est cependant pas inu-

tile de signaler quelques erreurs qui circulent encore dans le public au sujet des amazones et des sacrifices humains. Ainsi l'on entend encore souvent répéter, même par des personnes très instruites, que les amazones dahoméennes pratiquent l'ablation d'un sein; c'est une assertion erronée qui ne repose uniquement que sur la confusion faite entre ces femmes guerrières de l'Afrique et les amazones de la mythologie grecque; une autre erreur est de dire que ces amazones ont vouées au célibat. Plusieurs voyageurs et encore tout récemment M. Foa³ ont réfuté cette assertion. Quant aux sacrifices humains, si jadis c'étaient réellement des hécatombes telles que veulent bien nous les représenter les voyageurs du commencement du siècle, elles se réduisent aujourd'hui à l'exécution de quelques dizaines de criminels condamnés et des esclaves, prisonniers de guerre. La coutume aurait donc perdu beaucoup de sa sauvagerie primitive; mais ce qui est certain, c'est que l'idée première qui a motivé ces carnages n'a pas changé; c'est toujours la croyance à la continuité entre la vie réelle et la vie de l'autre monde, à la communication entre les vivants et les morts, car encore aujourd'hui les hommes expédiés ainsi malgré eux *ad patres* sont chargés de messages pour les parents et les amis défunts du roi.

L'état social et les mœurs des Yorouba sont moins connus que ceux des Dahoméens; plus pacifiques, ils n'ont pas fait tant de bruit autour de leur nom. Mais il existe chez eux nombre d'usages intéressants. Il suffirait de rappeler l'institution des sociétés secrètes des *Ogboni* ou *Aboni*, sorte de franc-maçonnerie, qui se ramifie sur tout le pays et y exerce un pouvoir supérieur à celui des chefs. Les grands dignitaires des Ogbonis forment un conseil autour des rois indigènes et gouvernent en somme à leur guise. Ce sont eux qui fournissent les féticheurs patentés et les guérisseurs; ce sont eux aussi qui forment le tribunal de justice et font connaître et exécuter leurs décisions par des individus qui, revêtus d'un costume étrange et se déguisant sous des masques hideux et effrayants, parcourent les villages et font entendre la voix de l'Oro, esprit vengeur par excellence. Cette « voix » est produite par une mince planchette de bois attachée à une longue perche, et que l'on fait tourner avec une grande vitesse. Gare à celui qui rencontre sur son passage le messager de l'Oro; tôt ou tard il va périr d'une mort violente. Cette coutume, de même que l'institution même des Ogbonis, rappelle celle du « Douk-Douk » des Mélanésiens de la Nouvelle-Bretagne.

J. Deniker,

Bibliothécaire du Muséum d'Histoire naturelle.

¹ Voy. *Comptes-rendus de la Soc. de géogr.* 1890, p. 518.

² Voici les principales relations de voyages dans ce pays : DALZEL, *The History of Dahomey*; Londres, 1793, in-4°. — J. DUNCAN, *Travels in Western Africa*; Londres 1817, 2 vol., in-12. — GUILLEVIN, *Voyage dans l'intérieur du royaume de Dahomey*; (*Annales des voyages*, 1862). — R. BURTON, *A Mission to the King of Dahome*, Londres, 1861, 2 vol. in-8. — SKERTEWICH, *Dahomey as it is*, Londres 1874. — FLEURIOT DE LANGE, *Croisières à la côte d'Afrique, Tour du Monde*, 1876, etc.

³ Voy. *Comptes-rendus de la Soc. de Géogr.* 1888 et 1890.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1^o Sciences mathématiques.

Tisserand (F.), *Membre de l'Institut. Traité de Mécanique céleste, t. II. Théorie de la figure des corps célestes et de leur mouvement de rotation*, in-4^e XIV, 552 pages¹, (28 fr.) Gauthier-Villars et fils Paris, 1891.

Au premier abord, l'étude de la figure des corps célestes et de leur mouvement de rotation semble condamnée à un état d'infériorité, si on la compare à celle des mouvements de révolution des planètes et des satellites, gouvernés par la loi unique de l'attraction universelle et susceptibles d'être contrôlés à chaque instant par des observations précises : les corps célestes sont ou trop éloignés de nous pour que nos renseignements sur leur figure et leur mouvement sur eux-mêmes méritent toute confiance, ou trop rapprochés, s'il s'agit de la Terre, pour qu'il soit facile de distinguer entre la forme générale du globe et les accidents de sa surface ; on peut donc croire, dans un premier aperçu, que toutes les recherches théoriques entreprises sur cet objet sont de vaines spéculations.

Mais si l'on remarque ensuite, avec Clairaut, que les mers du globe communiquent ensemble de toutes parts, que les côtes ne sont que très peu élevées au-dessus de la mer, que la hauteur des plus grandes montagnes est presque nulle en comparaison du diamètre de la Terre, ... on vient bientôt à reconnaître que la figure de la Terre doit dépendre des lois de l'hydrostatique, et que les opérations faites pour la mesurer doivent donner à peu près les mêmes résultats que si on les faisait sur une masse d'eau qui se serait durcie après avoir pris la figure que demande l'équilibre.

L'idée de la fluidité primitive des corps célestes se trouve ainsi placée, avec l'attraction universelle, en tête de la théorie mathématique de leur figure ; ces deux idées se tenaient dans l'esprit de Newton, qui a su en faire jaillir, comme d'une source féconde, l'explication de l'aplatissement terrestre et de la précession des équinoxes.

Les trois premiers chapitres du second volume du *Traité de Mécanique Céleste* de M. Tisserand sont consacrés à la démonstration des théorèmes généraux de l'attraction. Les propositions d'hydrostatique dont il est besoin par la suite sont si simples qu'il n'a pas été nécessaire d'en former un chapitre spécial.

Quelles sont, avant d'aller plus loin, les données susceptibles d'être empruntées aux observations et dans la théorie aura à rechercher les dépendances mutuelles ? Il y a généralement pour une planète :

1^o Sa masse ; 2^o ses dimensions et sa figure (qu'on peut pratiquement confondre avec celle d'un ellipsoïde de révolution) ; 3^o sa vitesse de rotation ; 4^o le potentiel de la planète relatif à un point extérieur (potentiel que les observations des mouvements des satellites font connaître) ; 5^o une quantité dépendant des moments d'inertie et qui règle la vitesse de précession dans le mouvement de la planète autour du centre de gravité.

A ces données d'autres peuvent s'ajouter dans des cas particuliers ; pour le globe terrestre, on a une valeur approchée de la densité superficielle ; il y a aussi le phénomène des marées. Les observations de la Lune font connaître les rapports des trois moments principaux d'inertie. Les taches du Soleil et de Jupiter décèlent une accélération curieuse du mouvement de rotation super-

ficiel à mesure qu'on se rapproche de l'équateur ; cela doit tenir à la constitution même du Soleil et de Jupiter.

En dehors des planètes et de la Lune, il y a aussi l'anneau de Saturne ; mais il semble qu'il n'y ait pas encore assez de données précises pour servir de guide à une théorie.

L'objet des chapitres IV à VIII est l'analyse des figures ellipsoïdales qui peuvent être considérées comme des solutions particulières du problème général suivant :

On donne la masse M d'un fluide homogène et incompressible, de densité ρ , animé d'un mouvement de rotation uniforme, de vitesse angulaire ω autour de l'axe de rotation, et dont toutes les parties s'attirent mutuellement suivant la loi de Newton. On demande de trouver les figures d'équilibre relatif de la masse fluide ; on suppose qu'on exerce en tous les points de la surface une pression constante.

Le chapitre VIII traite du problème, un peu plus général et considéré par M. Roche, de l'équilibre d'une masse fluide soumise aux mêmes conditions et en outre à l'attraction d'un centre éloigné tournant autour de l'axe de rotation avec la même vitesse angulaire que la masse on, si l'on veut, en repos relatif ; ce problème intéresse les satellites qui, comme la Lune, montrent constamment la même face à la planète centre du système.

La théorie des ellipsoïdes de révolution de Maclaurin, des ellipsoïdes à 3 axes inégaux de Jacobi, des ellipsoïdes de Roche est ainsi exposée complètement. Un théorème général de M. Poincaré domine la discussion : il consiste en ce que l'équilibre relatif est impossible avec une figure quelconque si, la masse M étant donnée, la vitesse angulaire ω dépasse une certaine limite. Les discussions précédentes montrent en particulier que les ellipsoïdes de révolution de Maclaurin

ne peuvent exister à moins que $\frac{\omega^2}{2\pi f\rho} < 0,22467 (f \text{ est}$

la constante de l'attraction) ; les ellipsoïdes de Jacobi exigent une vitesse angulaire un peu plus petite : on

doit avoir $\frac{\omega^2}{2\pi f\rho} < 0,18709$.

Un tableau, à la page 94, donne le résultat de la comparaison avec les observations quand on suppose les planètes homogènes ; on peut regarder les résultats comme une première approximation assez satisfaisante ; les écarts disparaissent, comme on le voit plus tard, lorsqu'on évite d'introduire la condition d'homogénéité, qui est arbitraire et peu vraisemblable.

Les quatre chapitres suivants sont consacrés à l'anneau de Saturne. Après les recherches de Laplace, M. Tisserand expose les travaux récents de Mme Kowalewski et de M. Poincaré sur la figure de l'anneau supposé fluide, ainsi que le célèbre mémoire de Maxwell, dans lequel l'anneau est considéré surtout comme une agglomération d'un grand nombre de petits satellites. Le mémoire de Maxwell est souvent cité, mais peu lu. M. Tisserand en expose quelques-unes des parties essentielles, et introduit des perfectionnements notables dans l'analyse suivie par l'illustre physicien anglais, dont la pensée a souvent besoin d'un commentaire approfondi.

L'exposé de l'état présent de la théorie de la figure des corps célestes aurait été incomplet si une place n'avait pas été faite à un mémoire capital de M. Poincaré publié dans les *Acta Mathematica*, dans lequel l'auteur, prenant pour point de départ les solutions particulières du problème général mentionné plus haut,

¹ Voir la *Revue*, t. I, p. 274 pour l'analyse du premier volume. *Perturbations des Planètes*.

s'élève par voie de continuité à la connaissance d'une infinité de séries de figures d'équilibre parmi lesquelles une seule est stable. M. Tisserand ne pouvait reproduire l'analyse de M. Poincaré sans dépasser le cadre qu'il s'était tracé; du moins un résumé substantiel fait connaître les principaux résultats: « Considérons une masse fluide homogène animée originairement d'un mouvement de rotation; imaginons que cette masse se contracte en se refroidissant lentement, mais de façon à rester toujours homogène. Supposons que le refroidissement soit assez lent et le frottement intérieur du fluide assez fort pour que le mouvement de rotation reste le même dans les diverses portions de la masse. Dans ces conditions, le fluide tendra toujours à prendre une figure d'équilibre séculairement stable; le moment de la quantité de mouvement restera d'ailleurs constant. »

« Au début, la densité étant très faible, la figure de la masse est un ellipsoïde de révolution très peu différent d'une sphère. Le refroidissement aura d'abord pour effet d'augmenter l'aplatissement de l'ellipsoïde, qui restera cependant de révolution. Quand l'aplatissement sera devenu à peu près égal à $\frac{2}{3}$, l'ellipsoïde cessera d'être de révolution et deviendra un ellipsoïde de Jacobi (parce que les figures d'équilibre stables sont les ellipsoïdes de révolution d'un aplatissement inférieur à $\frac{2}{3}$ et ensuite les ellipsoïdes de Jacobi peu allongés). Le refroidissement continuant, la masse cessera d'être ellipsoïdale. L'ellipsoïde semble se creuser légèrement dans sa partie moyenne, mais plus près de l'un des sommets du grand axe. La plus grande partie de la matière tend à se rapprocher de la forme sphérique, pendant que la plus petite partie sort de l'ellipsoïde par un sommet du grand axe, comme si elle cherchait à se séparer de la masse principale. Il est difficile d'annoncer avec certitude ce qui arrivera ensuite si le refroidissement continue; mais il est permis de supposer que la masse ira en se creusant de plus en plus, en s'étranglant dans la partie moyenne, et finira par se partager en deux corps isolés. »

D'après des indications récentes, on pourrait voir là la première étape de l'évolution d'une nébuleuse qui, à la suite de son partage en deux noyaux, donnerait naissance à une étoile double. Des problèmes cosmogoniques du plus haut intérêt se trouvent ainsi posés pour l'avenir.

En attendant, l'étude des corps du système solaire demande surtout que la supposition arbitraire de l'homogénéité soit remplacée par une autre plus vraisemblable. On est naturellement amené à supposer qu'un lieu d'une seule matière il y en a plusieurs formant des couches de niveau de densité variable et croissante de la surface au centre. Pour simplifier autant que possible, on se borne aux figures d'équilibre ellipsoïdales en admettant que la vitesse angulaire de rotation soit très petite.

La solution de ce problème est exposée par M. Tisserand de deux manières (ch. XIII-ch. XIX): d'après la théorie de Clairaut et d'après celle de Laplace. Plusieurs travaux récents, qui ont leur origine dans une série de leçons sur la théorie de Clairaut professées par M. Tisserand à la Sorbonne, complètent les résultats dus aux illustres inventeurs. On sait l'immense importance, au point de vue mathématique, des recherches de Laplace, auxquelles le nom de Legendre doit être associé; mais, pour l'Astronomie, il est permis de préférer la solution de Clairaut.

Ce qu'il y a de remarquable dans la théorie des figures d'équilibre hétérogènes, c'est qu'il existe entre les différents éléments du problème plusieurs relations, égalités ou inégalités, assez simples et rigoureusement ou presque indépendantes de toute hypothèse sur la loi des densités à l'intérieur des planètes; en d'autres termes, la théorie conduit à plusieurs relations ne contenant que des données susceptibles d'être empruntées aux observations. La plus importante porte le nom de Clairaut: elle fait connaître l'intensité de la pesanteur

terrestre en fonction linéaire du sinus carré de la latitude; sous sa forme générale la relation signalée par Clairaut s'énonce ainsi: Le potentiel relatif à l'attraction d'une planète sur un point extérieur ne dépend pas de la constitution interne, mais seulement de la forme de la surface de la planète.

Avec le temps et le progrès des méthodes d'observation, le contrôle de la théorie présentera un intérêt croissant; mais il faut savoir attendre, et M. Tisserand n'a pas cru devoir considérer de corps autre que la Terre.

Les chapitres XX et XXI (*Aperçu des théories géodésiques. Figure de la Terre déterminée par le pendule*) servent d'illustrations à la théorie, de même que l'histoire de la découverte de Neptune, dans le tome I, avait pour but de mettre le lecteur en contact avec les procédés de recherches propres à l'Astronomie. En quelques pages, M. Tisserand réussit à exposer les idées fondamentales de la Géodésie avec les méthodes dues surtout à l'illustre Legendre pour le calcul des arcs de méridien et des lignes géodésiques; puis il discute les résultats obtenus pour dégager ce qui peut être considéré comme bien établi. Il paraît que l'ellipsoïde de Clarke (1880) ayant pour aplatissement $1/293,46 \pm 1,07$ pourrait recevoir quelques modifications plus grandes que ne l'indique l'erreur probable du dénominateur. Toutefois, les géodésiens ne se presseront pas pour modifier l'ellipsoïde de Clarke, parce qu'un autre ellipsoïde, représentatif mieux l'ensemble des mesures géodésiques, ne jouera dans l'avenir que le rôle de surface de comparaison.

Les irrégularités de densité dans la croûte terrestre qui produisent les déviations de la verticale et gênent beaucoup les mesures géodésiques sont aussi une cause d'anomalies pour la détermination du pendule. Lorsqu'on a déterminé les coefficients de la formule de Clairaut à l'aide de l'ensemble des observations préalablement réduites au niveau de la mer par la formule de Bouguer (c'est-à-dire en assimilant les continents et les montagnes à des bosses qui sont venues se placer sur la surface des mers prolongée et tenant compte de l'attraction de toutes les masses qui dépassent le niveau des mers), si l'on calcule, pour chaque lieu d'observation, la valeur théorique de la pesanteur et qu'on la compare à la valeur observée, on reconnaît immédiatement que les résidus présentent une allure systématique et peuvent être classés en trois groupes distincts, correspondant: le premier aux stations des îles de l'Océan, le deuxième aux stations côtières, le troisième aux stations de montagne; tandis que les résidus sont de l'ordre des erreurs d'observation pour les continents et les stations côtières, la pesanteur observée est plus grande dans les îles que la pesanteur théorique et le résultat inverse se produit aux stations très élevées. On a expliqué ce fait curieux en admettant, avec l'archidiacre Pratt, de Calcutta, que, à travers toutes les transformations géologiques, la quantité de matière contenue dans une colonne verticale allant de la surface extérieure de la Terre jusqu'à une surface de niveau intérieure est restée la même; les montagnes auraient tiré leur substance de la matière située au-dessous; l'excès de pesanteur dans les îles serait dû à un excès de densité du fond des mers, où, suivant M. Faye, le refroidissement, plus rapide que sous les continents, accélère la formation de la croûte terrestre et la rend plus épaisse¹.

L'avantage des méthodes empruntées à la Mécanique Céleste, qui utilisent quelques inégalités lunaires dépendant de l'aplatissement terrestre, est de donner la valeur moyenne de l'aplatissement du globe assimilé à un ellipsoïde de révolution, tandis que les équations de condition relatives aux déterminations du pendule et surtout aux mesures géodésiques ne sont établies que pour une portion restreinte du globe. La discussion des

¹ Voir sur ce point dans la *Revue*, t. I, p. 267 et suivantes, un article intéressant de M. de Lapparent.

déviation de la verticale et des anomalies de la pesanteur, en vue d'arriver à la vraie figure de la Terre, constituera pour l'avenir un travail immense que l'Association géodésique internationale a la mission de poursuivre.

Le D^r Helmholtz, directeur du Bureau central de l'Association, a perfectionné la méthode de réduction des observations du pendule: il évite les difficultés auxquelles peut donner lieu le développement du potentiel pour la surface *physique* de la Terre en concevant une surface *S'* parallèle à la surface des mers *S*, à l'intérieur et à une distance de 21 kilomètres, valeur approchée de la différence entre le plus grand et le plus petit rayon de *S*. Il condense sur *S'* par une projection normale toutes les parties qui lui sont extérieures. Le développement du potentiel du corps fictif limité par *S'* est alors possible. M. Helmholtz tient compte ensuite de la différence d'effet des masses avant et après la condensation, et il donne le moyen de passer, au moyen de réductions convenables, de la pesanteur observée à la pesanteur théorique relative au potentiel du sphéroïde limité par *S*. Cette méthode, appliquée aux stations partagées en trois groupes, comme plus haut, diminue l'effet des irrégularités de la surface terrestre et conduit à des nombres plus concordants dans chaque groupe de stations; cela montre l'utilité de la méthode. Mais le fait signalé plus haut de légers excédents et de légers déficits de matière dans les îles et sur les montagnes se manifeste encore.

En somme, malgré les perfectionnements des méthodes de calcul, malgré les progrès importants apportés dans les procédés d'observation par le Commandant Defforges, on peut répéter, avec M. Bertrand (*Journal des savants*, 1874) ce que Delambre écrivait en 1806: « Les deux questions de la grandeur et de la figure de la Terre, qui occupent depuis longtemps les astronomes et les géomètres, paraissent de nature à n'être jamais épuisées. »

La théorie du mouvement de rotation des corps célestes forme la seconde partie de l'ouvrage. Là encore, la notion admise de la fluidité originelle est utile; car, lorsqu'on étudie le mouvement d'une planète supposée fluide autour de son centre de gravité, ce point coïncide, d'après un théorème aisé à démontrer, avec le centre de l'ellipsoïde planétaire indépendamment de toute hypothèse sur la constitution interne. Nous ne pouvons mieux faire pour caractériser cette partie de l'ouvrage que de reproduire les paroles suivantes de la Préface:

« Dans l'étude des mouvements de rotation, dit M. Tisserand, j'ai employé, d'après Poisson, la méthode de la variation des constantes arbitraires, qui permet de traiter de la même façon les deux problèmes principaux de la Mécanique Céleste et d'établir entre eux des analogies intéressantes. J'ai suivi toutefois, pour l'intégration des équations du mouvement non troublé, la méthode de Hamilton-Jacobi, parce qu'elle conduit immédiatement aux formules différentielles qui font connaître les variations des constantes arbitraires dans le mouvement troublé. »

Les résultats principaux auraient pu sans doute être obtenus plus rapidement par une autre voie. Je pense néanmoins que, en raison de sa simplicité théorique, la méthode de la variation des constantes arbitraires présente ici des avantages réels; l'instrument qu'elle met à la disposition du calculateur est d'un maniement facile et uniforme, et se prête sans effort à la solution de tous les problèmes qui peuvent être soulevés.

La théorie générale est appliquée à la Terre et à la Lune, chap. XXV-XXVIII. On trouve dans les deux premiers le calcul des très faibles déplacements des pôles à la surface de la Terre et des variations presque insensibles de la vitesse de rotation, ainsi que les formules de précession et de nutation.

Arrêtons-nous un peu au chapitre XXVIII, consacré à la libration de la Lune, sur laquelle, à cause de son voisinage de la Terre, nous pouvons acquérir de pré-

cieuses données d'observation. Dominique Cassini a découvert les lois suivantes du mouvement de rotation de la Lune:

1^o La Lune tourne sur elle-même, dans le sens direct, d'un mouvement uniforme autour d'un axe dont les pôles sont fixes à sa surface; la durée de la rotation est identique à la durée de révolution sidérale de la Lune autour de la Terre.

2^o L'axe de rotation fait un angle constant ($88^{\circ} 25'$) avec l'écliptique.

3^o L'axe de l'écliptique, l'axe de l'orbite de la Lune et son axe de rotation sont constamment dans un même plan (coïncidence des nœuds).

La théorie a pour objet de chercher les causes des lois mentionnées et les rapports mutuels qui peuvent les unir.

M. Tisserand montre d'abord que l'un des axes principaux de la Lune, celui auquel répond le plus petit moment d'inertie, forme constamment un angle très petit avec le rayon vecteur mené du centre de la Lune à la position moyenne de la Terre; les observations de plusieurs cratères de la Lune ont mis ce fait en évidence, et conduit de plus à la connaissance des petites inégalités du mouvement, d'où l'on peut déduire, en particulier, la valeur d'une certaine constante γ dépendant des moments d'inertie de la Lune. On a vu antérieurement que la surface de la Lune, supposée fluide et homogène, serait celle d'un ellipsoïde à 3 axes inégaux, dont le grand axe serait tourné vers la Terre.

Il reste ensuite à intégrer deux équations différentielles du deuxième ordre pour déterminer la position de l'axe de rotation de la Lune; cela exige une analyse assez délicate. Le résultat est que les deux lois de Cassini concernant la constance presque absolue de l'axe de rotation avec l'écliptique et la coïncidence des nœuds, sont liées l'une et l'autre par la théorie de la gravitation: l'une est la conséquence de l'autre.

Il faut noter que les pôles de l'axe de rotation ne sont pas fixes sur la Lune, comme cela a lieu presque rigoureusement pour la Terre; l'axe de rotation oscille légèrement dans le plan perpendiculaire à l'axe du moment d'inertie dirigé vers la Terre.

La discussion des observations de la Lune donnant plus de renseignements que dans le cas des planètes, on conçoit tout l'intérêt qui s'attache à la comparaison des données d'observation avec la théorie. Or la conclusion des calculs est celle-ci: la Lune n'a pas conservé en se solidifiant la figure d'équilibre qu'elle a dû prendre quand elle était fluide sous l'influence de l'attraction mutuelle de ses molécules, de son mouvement de rotation et enfin de l'attraction de la Terre. Laplace suppose qu'en se solidifiant la Lune a subi quelques modifications; les hautes montagnes et les autres inégalités que l'on observe à sa surface doivent avoir sur les différences des moments d'inertie une influence très sensible et d'autant plus grande que l'aplatissement du sphéroïde lunaire est fort petit et sa masse peu considérable. Ces remarques diminuent l'importance du désaccord plutôt qu'elles ne l'expliquent. On raisonne aujourd'hui sur la Lune comme si elle était fluide, tandis qu'il faudrait remonter dans le passé et envisager les choses à l'époque de la solidification de sa surface. Ici, comme en Géodésie, on touche de près à la Cosmogonie.

Les deux derniers chapitres ont été rédigés par M. Radau, auquel M. Tisserand a confié la mission difficile de présenter une analyse d'ensemble des Mémoires nombreux relatifs à l'influence des actions géologiques ou météorologiques et des marées sur le mouvement de rotation de la Terre, considérée non plus comme un corps solide, mais comme un système de forme variable. Plusieurs géomètres, W. Hopkins, Sir William Thomson et M. G. Darwin, M. Gylden, M. Helmholtz, ont abordé ces études; un des fragments ajoutés à la Mécanique analytique de Lagrange est précisément consacré, comme l'a mis en lumière M. Radau, au mouvement de rotation d'un système de forme variable. La question

de la variabilité des latitudes soulevée dans les derniers congrès de l'Association géodésique internationale, donne un intérêt tout actuel aux deux derniers chapitres de l'ouvrage.

Tels sont, à ne prendre que les grandes lignes, les principaux problèmes envisagés dans ce deuxième volume, digne plus encore peut-être de le premier de faire époque dans la littérature astronomique.

O. CALLANDREAU.

2° Sciences physiques.

Clerk Maxwell (J.). La chaleur, leçons élémentaires sur la thermométrie, la calorimétrie, la thermodynamique, et la dissipation de l'énergie. Traduit par G. Mouret sur la huitième édition anglaise. Preface de A. Potier. (6 fr.) B. Tignol, 53 bis, quai des Grands-Augustins, Paris, 1891.

Remercions M. Mouret d'avoir donné au public français une traduction de l'ouvrage de Maxwell, dont la première édition remonte à plus de 20 ans (la quatrième est de 1875). L'ouvrage est bon à lire pour les physiciens; il n'est guère plus gros qu'un manuel de baccalauréat, ou qu'un de nos traités de physique élémentaire; mais quelle différence! Pas de longues descriptions d'instruments, ni de minuties d'expériences qui ne s'appliquent qu'aux travaux d'un seul auteur; mais les principes des méthodes de mesure, une description détaillée des phénomènes fondamentaux, les idées générales soigneusement développées, avec le moins d'appareil mathématique possible, voilà ce qu'on trouvera dans ce livre. Le désir de dissimuler l'introduction de la notion de dérivée et d'intégrale conduit quelquefois, il est vrai, à employer des détours qui ne brillent pas par la clarté, comme dans le chapitre accessoire sur la détermination des hauteurs par le baromètre; mais il ne faut pas oublier que si une exposition détournée est ennuyeuse pour celui qui peut aller droit au but, elle peut être néanmoins intelligible et, avec quelque labeur, faire pénétrer une idée juste dans un esprit que rebuterait une marche trop directe. C'est un de ces livres dont nous ne saurions trop désirer la diffusion, parce qu'il contient l'exposé de l'ensemble des théories qui se rattachent à la thermodynamique et en particulier à la dissipation de l'énergie; il rompt avec la navrante uniformité des traités français d'étendue analogue, tous « conformes aux programmes » de tel ou tel examen.

Faut-il ajouter un regret? C'est que la couverture seule soit imprimée chez MM. Gauthier-Villars, et tout le texte ailleurs, à Laval. Aussi retrouvons-nous, malgré le soin du traducteur, encore un trop grand nombre de ces fautes d'impression grossières dont la responsabilité remonte à l'imprimeur et à l'éditeur, et que l'on trouve à profusion dans les autres livres publiés dans la même «bibliothèque», notamment celui de M. Thurston sur le graissage des machines. Que M. B. Tignol, qui déjà choisit bien les auteurs qu'il édite, apporte désormais un peu de soin dans le choix de son imprimeur, ou le surveille de plus près.

MARCEL BRILLOUIN.

Wallon (E.). — Traité élémentaire de l'objectif photographique. In-8° (7 fr. 50). Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris, 1891.

Le livre de M. Wallon résume pour la première fois sous une forme complète la théorie des systèmes optiques employés dans les instruments photographiques.

Aujourd'hui, la photographie a quitté la voie alchimique pour entrer carrément dans la voie scientifique: la découverte merveilleuse de M. Lippmann en est l'éclatante démonstration. Aussi le photographe, même et surtout s'il est l'amateur, ne doit-il plus être simplement un empirique, mais un éclairé: il doit savoir ce qu'il fait.

Et la première chose à savoir n'est-elle pas la con-

naissance approfondie de l'organe par excellence, de l'objectif?

L'ouvrage de M. Wallon est bien fait pour donner cette connaissance. Divisé en deux parties, il contient dans la première l'exposé rapide des lois de la réfraction, des aberrations, des exemples nombreux de calculs numériques, la description et l'étude des divers objectifs; tandis que la seconde est consacrée au côté mathématique, à la démonstration des formules justificatives.

Ces dernières effraieraient peut-être les amateurs? qu'ils se rassurent; ils peuvent lire la première partie sans faire le siège de la seconde. Et d'ailleurs, qu'ils n'oublient pas que c'est grâce à ces formules-là qu'ils sont en possession d'objectifs parfaits leur permettant de faire les magnifiques épreuves qu'ils obtiennent couramment.

Quant à l'exposition, qu'il nous suffise de dire que l'auteur, professeur au lycée Janson de Sailly, y apporte les qualités qu'il a acquises dans sa pratique de l'enseignement. Aussi la lecture du livre est-elle aisée; la forme est à la hauteur du fonds et nombreux sont ceux qui, bien certainement, voudront en profiter.

ALPHONSE BERGET.

Berthelot (Daniel). — Recherches sur les conductibilités électriques des acides organiques et de leurs sels. Thèse présentée à la Faculté des sciences de Paris, Gauthier-Villars et fils, 55, quai des Grands-Augustins. Paris 1891.

Pour étudier la constitution des composés dissous et déterminer les équilibres qui s'établissent dans une dissolution, il est nécessaire d'avoir recours à l'étude d'une propriété physique du système; ainsi les méthodes de la thermochimie appliquent ce procédé d'investigation; mais les mesures qu'elles demandent deviennent impraticables dans le cas des dissolutions étendues; la détermination de la conductibilité électrique reste au contraire aisée et précise, même dans ce cas. Aussi l'idée d'utiliser cette détermination pour arriver à la connaissance des réactions chimiques produites dans la dissolution, émise pour la première fois par M. Bouty, a-t-elle rapidement fait fortune: de nombreux expérimentateurs l'ont appliquée tant en France qu'à l'étranger. La thèse, que M. D. Berthelot vient de présenter à la Faculté des Sciences de Paris, restera comme l'un des plus remarquables exemples de la fécondité de la méthode. Cet travail considérable renferme un grand nombre de déterminations soigneusement effectuées; mais le but poursuivi par l'auteur n'a pas été seulement, comme celui auquel tendaient ses devanciers, d'étudier un grand nombre de corps pour comparer leur conductibilité; il a voulu bien plutôt traiter quelques cas typiques des problèmes généraux de mécanique chimique, par exemple l'étude du phénomène de la neutralisation des acides organiques; et, dans cette vue, il a examiné plus de trente acides ainsi que leurs sels de potasse.

Dans l'introduction de son important mémoire, M. Berthelot trace un historique très complet des recherches antérieures aux siennes; il donne particulièrement un aperçu très net des idées si ingénieuses de M. Arrhénius sur la dissociation des ions; il explique ensuite les procédés de calcul qu'il a employés pour déterminer les réactions produites dans la dissolution dont il aura mesuré la conductibilité; il décrit la méthode expérimentale qu'il a employée; c'est la méthode électrométrique indiquée par M. Lippmann avec le dispositif imaginé par M. Bouty. La seconde partie de la thèse renferme la monographie des acides étudiés; on a systématiquement mesuré pour chaque acide: 1° les conductibilités de l'acide libre à divers états de dilution; 2° les conductibilités du sel neutre de potasse; 3° les conductibilités des mélanges d'acide et de potasse en toutes proportions. Les résultats sont classés avec ordre et méthode; l'auteur a d'ailleurs rencontré

en chemin plus d'une remarque intéressante; malheureusement il serait trop long de les signaler toutes; nous devons nous borner à résumer trop succinctement les conclusions principales auxquelles il est conduit.

Si, tout d'abord, on examine la fonction acide en général et que l'on considère les acides libres, on n'aperçoit aucune relation entre la conductibilité et la constitution chimique; mais au contraire les sels neutres comparés sous des poids équivalents ont des conductibilités très voisines. La variation de la conductibilité avec la dilution n'est pas du tout semblable pour les sels acides ou pour les sels neutres; ce sera là un critérium qui permettra de les distinguer; de même l'application des remarques déduites de l'étude des acides monobasiques ou polybasiques, amène l'auteur à établir une règle qui pourra servir à déterminer la basicité inconnue d'un acide donné. Quand on étudie les corps à fonctions complexes, on est amené à ce résultat des plus remarquables que la complexité de la fonction influe sur la nature de la manifestation de la fonction acide du composé; ainsi par exemple dans le cas de l'acide aspartique, qui est deux fois acide et une fois alcool, l'une des fonctions acides est neutralisée, dans l'intérieur de la molécule, par la fonction alcaline; en sorte que, contrairement à ce qui a lieu pour les acides bibasiques vrais, il suffit d'ajouter à une molécule d'acide une seule molécule de potasse pour avoir un sel neutre qui subsiste à l'état stable en dissolution; si l'on ajoute une seconde molécule de potasse, elle donne un second sel neutre.

Enfin l'auteur a étudié les conductibilités des divers acides isomères: elles sont en général différentes, ce qui fournit un moyen de les distinguer; mais cette diversité cesse par le fait de la neutralisation.

Comme on le voit par ce résumé, où nous avons dû passer sous silence bien des questions importantes, le travail de M. Berthelot l'a conduit à des résultats des plus remarquables; ces résultats fournissent aux chimistes des méthodes nouvelles pour étudier la basicité des acides, leurs fonctions et leurs isoméries.

LUCIEN POINCARÉ.

3° Sciences naturelles.

Gay (Fr.). Professeur à l'école de pharmacie de Montpellier. — Recherches sur le développement et la classification de quelques algues vertes. Thèse de la Faculté des sciences de Paris. Klincksieck, Paris 1891.

Les recherches de M. Gay portent spécialement, d'une part, sur la vérification et la discussion des faits de polymorphisme avancés par certains auteurs et, d'autre part, sur la signification qu'il faut attribuer au groupe controversé des Palmellacées. Ses observations, poursuivies pendant plusieurs années, ont été faites sur quelques espèces étudiées dans leur station naturelle, puis cultivées dans le laboratoire, en faisant varier les conditions de culture, et sur les modifications subies pendant le développement; on reconnaît à la lecture qu'elles ont été faites avec toute la méthode et la scrupuleuse exactitude que ses maîtres, MM. Bornet et Flahault, apportent dans l'étude des Algues.

Certains auteurs ont admis que plusieurs Algues vertes présentent un polymorphisme dont ils ont indiqué les stades; elles revêtiraient successivement et normalement, pendant leur existence, des formes appartenant non seulement à des espèces différentes, mais à des genres différents. Par exemple, d'après M. Hensgirg, quinze espèces différentes de Palmellacées constitueraient le cycle évolutif de l'*Ulothrix flaccida*... etc. D'après M. Gay, de semblables opinions ne peuvent s'expliquer que par des observations incomplètes et des déterminations défectueuses, qui ont entraîné les auteurs à des déductions erronées. Pour lui, il existe des Palmellacées réellement autonomes, formant une famille à part; mais il existe aussi des états palmelloïdes que certaines Algues vertes peuvent revêtir. Ces états

palmelloïdes, au lieu de faire normalement et régulièrement partie du cycle évolutif de ces Algues, ont un caractère essentiellement contingent; ils apparaissent sous l'influence de changements dans les conditions de la végétation, ou comme des états de repos provoqués par le séjour dans un milieu défavorable.

Les espèces de *Cladophora*, *Ulothrix*, *Conferia* sont presque inextricables, parce qu'on n'a jamais déterminé, d'une manière précise, les variations de formes qu'elles sont capables de revêtir à leurs différents âges et dans les diverses conditions où on peut les rencontrer. L'auteur aura contribué à élucider leur histoire, en montrant que leurs cellules peuvent passer à l'état d'*hypnocystes*, c'est-à-dire de cellules plus ou moins déformées, à membrane épaisse, renfermant une abondante réserve d'amidon; ces hypnocystes peuvent attendre, au fond de l'eau, sans changements, pendant plusieurs années, des conditions favorables à leur germination, et reproduire alors une plante semblable à celle sur laquelle ils ont pris naissance. Après avoir suivi avec attention le développement des *Conferia*, *Rhizoclonium* et *Cladophora* dans différentes conditions de végétation, M. Gay repousse l'idée d'un polymorphisme quelconque entre ces genres, qui sont assez rapprochés dans la classification.

Les observations de M. Gay, bien que faites sur un nombre restreint d'espèces, comportent donc des conclusions d'un intérêt général. — Le travail de M. Gay est, à notre connaissance, le premier qui sorte du nouvel Institut botanique de Montpellier, dirigé par M. Flahault, et il lui fait honneur. Il serait heureux que les thèses de botanique fussent toujours marquées du cachet scientifique qui caractérise les recherches de M. Gay; il nous sera permis d'exprimer ce désir pour certains travaux qui sortent d'un laboratoire où l'on a peut-être le tort de chercher à faire beaucoup en faisant très vite.

G. SAUVAGEAU.

Roule (L.). — Remarques sur l'origine des centres nerveux chez les Cœlomates. Arch. Zool. Exp. II^e série, tome VIII, fasc. I.

Plusieurs naturalistes essaient, en ce moment, de rattacher d'une façon directe les Cœlomates aux Cœlentérés, en se basant, les uns sur la structure et le mode de développement du feuillet moyen, les autres sur la disposition des centres nerveux. Pour ce qui concerne le premier argument, il est permis de douter de son importance, car si le feuillet moyen de quelques Cœlomates, tels que certains Plathelminthes, rappelle celui des Cœlentérés déjà bien élevés, le procédé de formation de ce mésoderme diffère dans les deux groupes. Le mésoderme des Cœlentérés est produit d'une manière diffuse par un grand nombre de cellules engendrées par l'ectoderme et l'endoderme, tandis que celui des Cœlomates dérive, suivant un procédé régulier, de masses cellulaires symétriques produites par l'endoderme. Ainsi que le fait remarquer M. Roule, même en mettant à part le fait de la présence ou de l'absence d'une cavité générale du corps, les Cœlomates se distinguent des Cœlentérés en ce que leur feuillet interne est double, puisqu'il contient en puissance l'endoderme définitif et le mésoderme.

Reste l'argument relatif au système nerveux. Dans l'esprit des naturalistes qui rattachent directement les Cœlentérés aux Cœlomates, la transition entre ces deux groupes s'est effectuée par des types dont l'anneau nerveux buccal, semblable à celui des Cœlentérés vrais, se serait allongé de manière à prendre l'aspect de deux bandes parallèles placées côte à côte. Ces deux bandes se seraient ensuite soudées par places, ou seraient restées séparées, suivant le cas; mais, en somme, on devrait les considérer comme le point de départ des centres nerveux des Cœlomates. Si le fait est vrai, on doit retrouver dans l'embryogénie des Cœlomates, une série de phases rappelant cette origine ancienne, et les centres nerveux de ces animaux se montreraient, au début

de leur apparition, comme formés par deux bandes parallèles indépendantes.

Or, de pareilles phases embryonnaires n'existent pas. M. Roule a montré que les centres nerveux des Annelides, ceux des Mollusques, et, par extension, ceux des Tuniciers et des Vertébrés, ont tout d'abord une ébauche unique et simple; cette ébauche ne se divise en deux bandes — et encore pas toujours — qu'assez tard dans son évolution; et cette bipartition doit être considérée comme un effet de la symétrie bilatérale acquise par le corps. Si l'ébauche des centres nerveux est simple dès l'abord, il s'ensuit que l'on ne peut les considérer comme résultant de l'union de deux bandes parallèles, et ainsi tombent les essais d'explication tentés jusqu'ici pour faire dériver les Cœlomates de Cœlentérés déjà bien complexes tels que les Cténophores, les Actinies ou les Méduses.

Il est plus rationnel de croire, et c'est la conclusion à laquelle M. Roule arrive, que les Cœlentérés et les Cœlomates descendent tous deux d'un ancêtre commun à structure fort simple, comparable sans doute à la phase larvaire connue sous le nom de *Gastrula*, et qu'ils ont suivi leur évolution propre sans avoir jamais aucun point commun.

R. KOEHLER.

4^e Sciences médicales.

Grancher (J.), Professeur à la Faculté de Médecine, et **Ledoux-Lebard**, Chef de laboratoire. — *Études sur la tuberculose expérimentale du lapin. Archives de médecine expérimentale, Paris, mars 1891, t. III, p. 145.*

Une série d'injections, faites dans la veine de l'oreille de lapins, avec des cultures de tuberculose d'origine aviaire, conduisent les auteurs aux résultats suivants :

1^{re} La dose de culture inoculée a une influence sur la marche de la tuberculose expérimentale. Pour donner la mort, suivant le type Yersin, il faut de 1 milligramme à 0^{mg} 1 en poids sec de culture sèche. Les doses successivement décroissantes de 0^{mg} 01, 0^{ms} 001 et 0^{ms} 0001 tuent beaucoup plus lentement et avec d'autres lésions. Les poumons, et même d'autres organes encore plus éloignés des premiers foyers de tuberculose (rate, foie), peuvent être pris à leur tour et isolément, de façon à réaliser des tuberculoses locales. C'est même un fait curieux de voir, à la suite d'une infection du sang, et après la guérison spontanée des lésions du foie et de la rate, survenir, à longue échéance et par la dissémination des bacilles et leur pullulation sur un point périphérique du corps de l'animal, une arthropathie suppurée et tuberculeuse.

2^o Les injections à doses successivement croissantes ne confèrent pas l'immunité contre des doses mortelles; mais on constate des changements du type morbide et des lésions périphériques plus ou moins circonscrites, alors que la rate et le foie ont repris leur aspect physiologique.

3^o L'atténuation du virus tuberculeux par la chaleur la dessiccation, la lumière, a pour premier résultat la survie de l'animal pendant un temps plus ou moins considérable. À l'hypertrophie bacillaire de la rate et du foie succèdent le retrait progressif de ces organes, la formation de tubercules visibles dans le foie ou les poumons et l'apparition de néphrites et de paralysies coïncidant avec la disparition ou la raréfaction des bacilles; ce dernier point doit mettre en garde contre les résultats éloignés de toute méthode thérapeutique fondée sur l'emploi des cultures tuberculeuses ou de leurs produits.

D^r HENRI HARTMANN.

Wynter Blyth (A.). — *Manual of public Health (Manuel d'Hygiène)* (21 fr. 25). Un vol. in-8°. Macmillan et Co, Bedford Street, Strand, Londres, 1891.

L'importance considérable attribuée à l'hygiène chez nos voisins d'outre-Manche, l'heureuse intervention de la loi en tout ce qui concerne la défense contre les maladies contagieuses, expliquent suffisamment l'intérêt que présente en France la lecture des traités classiques d'hygiène publiés en Angleterre. L'ouvrage que vient de faire paraître M. Wynter Blyth est à ce point de vue rempli de précieuses indications; et au moment où l'on se préoccupe tant et à si juste raison en France d'une organisation sanitaire réellement efficace, il est bon de pouvoir se rendre compte de l'enseignement donné aux futurs « *Medical officers of health* », chargés d'appliquer les règlements du « *local government board* » et du fameux « *public health act* ».

Le traité d'hygiène de M. Blyth débute par un chapitre que l'on ne rencontre dans aucun ouvrage similaire français : il est consacré à l'étude de la statistique. L'importance de la statistique est considérable en hygiène; c'est par elle que l'on peut s'assurer de l'efficacité des mesures prises; elle nous donne la sanction des idées théoriques. Mais la statistique, pour être exacte et impartiale, au lieu de constituer, ce qu'on lui a souvent reproché, un instrument trop malléable, doit obéir à des lois rigoureuses, précises, s'exercer dans des limites et suivant des règles déterminées. Ce sont ces lois et ces instructions que l'on trouve exposées très clairement dans le traité qui nous occupe.

L'hygiène urbaine est largement traitée; nous signalerons spécialement la description détaillée du système général des égouts de Londres, système où le principe de l'interception est appliqué en grand. Mais, et c'est là une critique qui s'adresse à l'ensemble de l'ouvrage, on cherche vainement quelques renseignements sur les systèmes employés en dehors de la Grande-Bretagne. Quelle que soit la supériorité de l'Angleterre dans les questions d'hygiène, les traités didactiques devraient, ce nous semble, tenir compte de ce qui se fait à l'Étranger.

Les maladies contagieuses et les moyens de désinfection employés contre elles sont également exposés avec détail, mais toujours au point de vue exclusivement anglais. Les hygiénistes anglais auraient tout avantage à connaître un peu les travaux de nos compatriotes. Le nom de Pasteur n'est prononcé qu'une seule fois, à propos de la rage, où franchement il était difficile de le passer sous silence. Les travaux français sur la fièvre typhoïde ne sont même pas signalés. À côté de ces lacunes regrettables, signalons des chapitres fort intéressants : sur la scarlatine, cette affection si répandue et si terrible en Angleterre, qui en vingt-cinq ans, de 1859 à 1885, a déterminé plus d'un demi-million de décès dans ce pays, l'Ecosse et l'Irlande non comprises; sur la tuberculose, qui sévit également avec une grande intensité dans les grandes villes manufacturières du Royaume-Uni et contre laquelle l'auteur voudrait voir appliquer les mesures d'isolement employées pour la variole et la diphtérie.

Un grand nombre de planches en couleurs indiquent soit les lésions constatées dans les maladies contagieuses, soit les microbes et leurs colonies; d'autres, plus utiles peut-être, sont consacrées aux maladies des animaux comestibles, maladies qui rendent dangereuse la consommation de leur viande : trichine, pneumo-entérite, tuberculose, etc.

Ce traité sera fort utile à tous ceux qui en France s'occupent d'hygiène et, moins exclusifs que l'auteur anglais, s'intéressent à tout ce qui se fait à l'Étranger.

L. O.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 19 mai 1891.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. E. Goursat : Sur les intégrales intermédiaires des équations aux dérivées partielles du second ordre. — M. F. Caspary : Sur une méthode élémentaire pour établir les équations différentielles dont les fonctions theta forment les intégrales. — M. A. Markoff : Sur une classe des nombres complexes. — A propos de la note communiquée par M. Brillouin à la séance précédente, M. J. Bousinesq expose ses idées relatives aux déformations des molécules des fluides et le rôle de ces déformations dans la fluidité ; ces considérations ont été développées par M. Boussinesq dans son cours de la Sorbonne. — Dans des communications précédentes, MM. Löwy et Puisseux avaient exposé le principe d'une méthode pour l'étude de l'aberration annuelle et les conclusions générales qui se dégagent du travail d'observation commencé au printemps de l'année dernière et terminé en janvier 1891 ; ils font connaître aujourd'hui le mode d'opération suivi, les procédés de calcul employés pour la réduction et les valeurs numériques fournies par l'observation de deux groupes de quatre étoiles. — M. J. Janssen annonce que le passage de Mercure sur le Soleil, le 10 mai dernier, n'a pu donner lieu à aucune observation dans nos régions en raison de l'état de l'atmosphère ; il indique un certain nombre d'observations qu'il importerait de faire à l'occasion des passages.

3^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Cornu a observé le 15 mai dernier un double halo avec parhélies, présentant divers caractères sur l'importance desquels l'auteur attire l'attention au point de vue de la prévision du temps; ces phénomènes précèdent généralement de grandes perturbations atmosphériques, et dans ce cas particulier, il est en effet survenu des bourrasques. — A propos d'un Mémoire que M. W. von Bezold, directeur du Bureau central météorologique de Prusse, vient de faire paraître sur la théorie des Cyclones, M. Faye constate que les météorologistes se rallient à ses conceptions sur la genèse de ces tourbillons atmosphériques. — Dans la troisième partie de ses études quantitatives sur l'action chimique de la lumière, M. G. Lemoine recherche quelle est l'influence de la dilution du mélange d'acide oxalique et de chlorure ferrique; l'action produite croît avec l'excès d'eau. — Pour démontrer expérimentalement l'exactitude de la loi générale formulée par lui, d'après des considérations mécaniques, loi qui a pour but de déterminer en fonction simple de la constitution chimique des corps les températures de leurs changements d'état sous toutes les pressions, M. G. Hinrichs s'est adressé à la série des paraffines normale C^H_{2n+2} qui est la série homologue la plus étendue de la chimie; en comparant les valeurs calculées par lui pour le point d'ébullition sous 760 mm et 15 mm de pression et le point de fusion avec les valeurs observées par Kraft, il trouve des écarts faibles, généralement inférieurs à 1° et distribués de part et d'autre de la courbe théorique. — MM. Berthelot et Matignon ont cherché un procédé de combustion des corps chlorés dans la bombe calorimétrique, donnant tout le chlore sous un état final défini; cette condition est réalisée si l'on met d'avance dans la bombe une solution d'acide arsénieux; tout le chlore passe à l'état d'acide chlorhydrique dissous; les auteurs ont appliqué cette méthode à la détermination des chaleurs de combustion et de formation des benzènes

chlorées, des dérivés chlorés du formène et des chlorures de carbone. — M. Engel a examiné l'action qu'exercent les bases alcalines sur la solubilité des sels alcalins : une molécule de potasse ou de soude anhydre précipite sensiblement une molécule du sel alcalin, de telle sorte que le nombre des molécules en solution dans un volume donné reste constant ; il n'en est pas de même avec l'ammoniaque et les sels ammoniacaux parce qu'il se produit des combinaisons entre la base et le sel. — M. Leclère indique que l'on peut doser la silice par évaporation à sec en présence d'une grande quantité de fer, si l'on a soin d'ajouter du chlorure de potassium, qui s'unissant au perchlorure de fer, en empêche la décomposition. — M. de Forcrand a déterminé la chaleur de formation de sérhythrates bibasiques et de la combinaison de l'hydrate de soude avec l'érythrate disodique qu'il avait signalée antérieurement. — M. G. Massol a mesuré la chaleur dégagée par la combinaison de l'acide propionique avec la potasse et avec la soude ; cette chaleur est la même que pour les homologues supérieur et inférieur, l'acide acétique et l'acide butyrique. — M. Timofiew a étudié la dissolution de quelques acides organiques dans les alcools méthylique, éthylique et propylique ; il a constaté que la variation de la solubilité moléculaire entraîne une variation de sens contraire de la chaleur de dissolution. — M. P. Th. Müller a fait réagir les chlorures des acides bibasiques sur les éthers cyanacétiques, en suivant la méthode employée par M. Haller pour les acides monobasiques ; il a obtenu les éthers succinocyanacétique et phthalocyanacétique ; par l'action de l'eau, ces éthers sont simplement saponifiés.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. A. Müntz ayant constaté que les ferments nitrifiques de la terre végétale, cultivés dans les laboratoires, produisent aux dépens de l'azote de leur alimentation des nitrites, et point ou peu de nitrates, s'est demandé si les nitrates que l'on observe exclusivement dans la terre végétale ne proviennent point, par une deuxième transformation, de nitrites ainsi produits par ces ferments; il a reconnu que cette transformation, qui ne s'effectue pas par le simple contact de l'oxygène atmosphérique, s'effectue en présence de l'acide carbonique; dans le sol, l'acide carbonique nécessaire est fourni par les micro-organismes qui vivent à côté du ferment nitrifique; la production des nitrates de la terre végétale s'effectue ainsi en deux temps et par deux actions biologiques distinctes. — MM. A. Arnaud et A. Charrin établissent la proportion dans laquelle le bacille pyocyanique assimile et brûle le carbone de l'asparagine qui lui est donnée comme aliment. Fournissant à leurs cultures de la gélatine au lieu d'asparagine, ils ont vu la transformation de l'azote s'effectuer plus régulièrement et donner lieu à la formation d'une moins grande quantité d'ammoniaque; dans ce cas, il se produit très peu de pyocyanine, mais on trouve dans les matières solubles fractionnées par divers procédés, des substances vaccinales et des substances diversement toxiques. — M. P. Parmentier présente une classification des espèces du genre *Royana* (Ebénacées) suivant les principes proposés par M. Vesque. — M. P. Viala et G. Boyer signalent un nouveau Basidiomycète parasite des grains de raisin. — A propos de la note présentée par M. Cazeneuve à la séance du 27 avril, relativement à l'emploi contre le phylloxera des mélanges de sulfure de carbone et de vaseline, MM. A. F. Marion et G. Gastine rappellent qu'ils ont, en 1887, essayé ces mélanges et qu'ils les ont abandonnés comme inutiles ou nuisibles. — M. St. Meunier revient sur un fossile du

Corallien de Verdun qu'il avait décrit (9 février 1894) comme une feuille séminifère de Cycadée et qu'il a reconnu ensuite, d'après une observation de M. L. Vailant, pour être l'œuf d'un poisson cartilagineux. — MM. P. Giraud et P. Gautier signalent la découverte d'un squelette humain en place dans une couche d'argile intercalée entre deux couches de lave successives du volcan du quaternaire de Gravenoire (Puy-de-Dôme). — M. J. Thoullet s'appuyant sur les résultats des sondages sous-marins aux grandes profondeurs et sur ses expériences, nie l'existence d'une circulation verticale profonde dans l'Océan et admet, dans la zone profonde immobile, la possibilité des régions contiguës se différenciant les unes des autres par la composition chimique et le processus de la sédimentation. — M. E. Fichet décrit un facies particulier du Crétacé dans le massif du Bou-Thaleb (Algérie). — M. Martin, dans une lettre à M. Daubrée, expose qu'il a découvert dans les montagnes de Nan Chan (Chine) un filon important de néphrite, exploité par les indigènes.

Mémoires présentés : M. J. Tégour adresse une note sur divers sujets de mathématiques.

Séance du 23 mai

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Painlevé : Sur l'intégration algébrique des équations différentielles du premier ordre. — M. J. Collet : Sur la détermination des intégrales des équations aux dérivées partielles du premier ordre. — M. A. Pellet : Sur les équations abéliennes. — M. D. Eginitis : Observation du passage de Mercure sur la disque du Soleil le 9 mai 1891, faite avec l'équatorial de Plessl à l'Observatoire national d'Athènes. — M. Tondini, relevant les documents officiels de l'Observatoire de Greenwich pour ces dernières années, montre que cet observatoire est dans de mauvaises conditions atmosphériques, qui le rendent peu propre à servir de point de départ à un méridien universel.

2^{de} SCIENCES PHYSIQUES. — MM. Abraham et Chassagny ont étendu leurs recherches sur la mesure précise de la force électro-motrice à différents couples thermo-électriques. Les courbes représentatives des forces électromotrices entre 0° et 100° de tous les couples étudiés sont des courbes irrégulières si on les rapporte à l'échelle du thermomètre à hydrogène; elles deviendraient des paraboles exactes pour une échelle très peu différente. — M. A. Crova propose, pour l'analyse de la lumière diffusée par le ciel, de modifier la formule de lord Rayleigh en partant de l'hypothèse suivante; au lieu de supposer les corpuscules contenus dans l'air disséminés également suivant toutes les directions, il examine la façon dont tombent dans l'atmosphère des corpuscules de dimensions différentes qui diffractent inégalement les divers rayons du spectre; la loi de distribution des corpuscules se traduit dans la formule par un exposant; M. Crova montre que l'on peut, en donnant pour chaque série d'observations une valeur particulière à cet exposant, obtenir la concordance des valeurs calculées et de l'observation; la grandeur de cet exposant indique le degré de saturation de la couleur bleue du ciel; dans une série d'observations au sommet du mont Ventoux, M. Crova l'a trouvé très élevé. — M. R. Savélieff, calculant la constante solaire à partir d'une courbe actinométrique complètement symétrique obtenue dans une belle journée de décembre à Kief, a obtenu la valeur élevée de 3 cal. 47. — MM. Cailletet et Collardeau communiquent le résultat de leurs recherches sur la température et la pression critique de l'eau, recherches faites suivant la méthode qu'ils ont fait connaître; ils ont obtenu pour la température critique 365°, correspondant à une pression de 200 atm. 5; ils donnent la courbe des tensions de vapeur de l'eau depuis 224°; cette courbe continue celle de Regnault, avec laquelle elle a une partie commune concordante. Le manomètre à hydrogène qui servait aux mesures de pression a été étalonné au moyen du manomètre à air libre de la tour Eiffel; en attendant cette véri-

cation, les auteurs avaient consigné leurs résultats dans un pli cacheté déposé le 23 juin 1890. — M. P. du Boys a cherché le moyen d'exprimer algébriquement ces balancements rythmés de l'eau des lacs, connus sous le nom de *seiches*; les équations différentielles ne pouvant servir à cause des variations de niveau du fond, il a identifié le mouvement de balancement avec le mouvement de propagation d'une onde solitaire d'une longueur double de la longueur du bassin; cette méthode appliquée au profil que l'on obtient en rectifiant la ligne de thalweg du lac Léman donne des résultats qui s'écartent très peu de ceux de l'observation. — M. E. Belloc décrit un nouvel appareil de sondage portatif à fil d'acier. — M. G. Guilbert a relevé les exceptions qui se présentent assez fréquemment aux lois qui lient la force du vent aux mouvements du baromètre et en particulier au *gradient*; il a remarqué que tout excès dans la force du vent annonce une élévation de la pression. — M. Al. Moulin donne une règle qui permettrait de calculer la densité qu'aura à l'état liquide une substance dont on n'aurait que la formule. — M. Guntz décrit les propriétés du sous-chlorure d'argent, qu'il obtient comme il l'a précédemment indiqué, par l'action du trichlorure de phosphore sur le sous-fluorure d'argent. — M. Ch. Blarez a déterminé l'action exercée par la présence des sels minéraux de potassium sur la solubilité du chlorate de potasse. — M. A. Minet a étudié l'électrolyse par fusion ignée d'un mélange de chlorure de sodium et de fluorure double d'aluminium et de sodium, dans lesquels on dissout ou met en suspension de l'alumine et de la silice; on obtient dans les phases successives de la réaction de l'aluminium pur et des alliages d'aluminium et de silicium qui présentent une grande ténacité. — M. L. Pigeon décrit deux nouvelles combinaisons cristallines de chlorure platinique avec l'acide chlorhydrique. — M. H. Caune indique un procédé de préparation du salicylate de bismuth, qui consiste essentiellement dans l'emploi du chlorhydrate d'ammoniaque pour éviter la dissociation par l'eau. — MM. Berthelot et Matignon ont étudié les phénomènes thermiques auxquels donne lieu la transformation du térbenthène dans un des deux types de la série camphénique, monovalent, comme le camphène, ou bivalent, comme le terpène. En comparant l'action de l'acide chlorhydrique sur cet hydrocarbure, action qui détermine le passage à l'un ou à l'autre de ces types, avec la formation du chlorhydrate de camphène et du dichlorhydrate de terpène, on voit qu'il se produit un dégagement de chaleur indépendant de la combinaison même avec l'acide chlorhydrique et qui répond précisément au changement du carbure à constitution mobile en types désormais invariables, c'est-à-dire à des modifications dans les relations des atomes au sein de la molécule. — M. W. Timofeiew a continué ses recherches sur la dissolution des corps dans des dissolvants homologues. Dissolvant des composés divers, iode de cadmium, bichlorure de mercure, naphthaline, urée, dans les alcools méthyle, éthylique et propylique, il a trouvé, comme précédemment, que la solubilité moléculaire et la chaleur de dissolution varient en sens inverse; de plus, que le rapport des chaleurs de dissolution d'un même corps dans deux dissolvants homologues voisins est sensiblement constant.

3^{de} SCIENCES NATURELLES. — MM. R. Léprieu et Barral ont reconnu que le pouvoir glycolytique du sang diminue un peu si le sang est défiltré et séparé de sa fibrine au sortir du vaisseau. — M. L. de Saint-Martin, laissant à l'étuve, pendant plusieurs heures, du sang oxygéné dans des proportions diverses, a vu une certaine quantité d'oxyde de carbone disparaître, probablement en se transformant en acide carbonique; le sang contenant une proportion même faible d'oxyde de carbone ne consomme que lentement son oxygène. — M. E. Perrier étudie les Stellerides recueillis dans le golfe de Gascogne, aux Açores et à Terre-Neuve pen-

dant les campagnes scientifiques du yacht *l'Irondelle*. — M. P.-A. Dangeard examine, dans l'ensemble des plantes vasculaires et dans tous les organes, les rapports qu'affectent entre eux le liber et le bois et la façon dont on doit établir l'équivalence des faïceaux libéro-ligneux. — M. Marès présente un ouvrage sur les cépages de la région méridionale de la France. — M. Sirodot a cherché à déterminer l'âge relatif du gisement quaternaire du mont Dol (Ille-et-Vilaine); les objets recueillis sont inclus dans un sédiment marin dans lequel ils ont été roulés; une série de puits forés exprès ont montré que cette couche s'étend au-dessous des terrains récents constituant les marais qui avoisinent le mont; elle est recouverte partout d'une couche glaciaire. — M. K. de Kroustchoff a fait l'étude pétrographique de la formation trappéenne de la Tongouska pierreuse (Sibirie septentrionale).

MÉMOIRES PRÉSENTÉS. — M. E. Ferron adresse un mémoire intitulé: *Essai d'une théorie mathématique sur les fractures terrestres et les diclases artificielles*. — M. S. Altaras adresse un mémoire ayant pour titre: « *Moteur fluidostatique à force facultativement progressive*. — M. E. Delaurier adresse une note sur la navigation aérienne. — M. Pigeon adresse une note sur les inhalations d'air ozonisé. — M. Colençon adresse une note ayant pour titre: « *Le calendrier de l'année 1892*. »

L. LAPICQUE.

NOTA. — Dans notre numéro du 15 mai 1891, séance du 20 avril, au lieu de MM. A. Delebugne et L. Legay démontrent, etc., lire: MM. A. Delebecque et L. Leguay démontrent, etc.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 26 mai 1891.

M. Rochard: Rapport sur un travail de M. Hache (Beyrouth) sur le traitement des abcès du foie par l'incision directe. — M. Le Fort demande le renvoi à la commission de la dépopulation de la France les propositions suivantes: 1° que le Gouvernement présente aux pouvoirs publics une loi sur la santé publique; 2° qu'il soit créé des agents spéciaux chargés de veiller à l'exécution de ladite loi. — M. Poncet (Lyon) lit un travail sur la translucidité des tumeurs. Ce caractère des tumeurs ne permet pas de préjuger de la nature du contenu des tumeurs solides ou de celle des liquides que renferment les tumeurs liquides. — M. Lagneau: Rapports sur divers travaux traitant de la démographie du Mexique.

M. Crie (Rennes) est élu membre correspondant national.

Séance du 2 juin 1891.

MM. G. Sée et Pignol: De la distension ou dilatation du cœur. Comment le cœur se modifie sous l'influence des médicaments cardiaques. Les auteurs, ayant reconnu l'instabilité de forme et de volume du cœur sous des influences d'ordre physiologique, et parfois dans des conditions pathologiques, en ont étudié les variations de dimension par le procédé de percussion. Par l'examen des tracés obtenus dans les états pathologiques, ils ont reconnu trois types principaux représentant schématiquement des triangles, mais qui seraient constitués par des lignes courbes. Après avoir étudié les causes des distensions du cœur, les auteurs tirent de leur étude les trois conséquences suivantes: 1° La matité absolue ou petite matité du cœur n'existe pas au point de vue clinique, c'est-à-dire qu'elle ne se distingue pas de la matité générale appelée « submatité »; 2° Le cœur étant sujet à de nombreuses variations de volume qui se traduisent par l'augmentation mobile de la matité, et par la persistance de celle-ci pendant quelque temps, il y a donc là de nombreuses causes d'erreurs de diagnostic; 3° Au point de vue du pronostic des cardiopathies, on a, dans ces derniers temps, attaché la plus grande importance à l'état du myocarde, c'est-à-dire à l'état de distension et de dilatation ou d'hypertrophie du cœur. La plupart des lésions du cœur

peuvent exister sans entraîner la moindre modification morbide; au point de vue clinique, on peut dire, dans ces cas, qu'il n'y a point de maladie du cœur, celle-ci ne se manifeste que s'il y a distension. D'un autre côté, des manifestations chroniques se produisent avec tous les symptômes habituels de la cardiopathie, sans qu'il y ait la moindre lésion anatomique du muscle. Ces anomalies paradoxales trouvent leur explication dans la distension des cavités du cœur, surtout du ventricule gauche. Si elle est permanente, c'est-à-dire constatable dans toute circonstance, ce sera là la véritable maladie du cœur. Les auteurs étudient enfin la partie thérapeutique, c'est-à-dire l'action des principaux médicaments cardiaques sur le volume et la forme du cœur. Ils ont reconnu que: 1° La *spartéine* est le médicament qui diminue le plus et le plus promptement les dimensions du cœur; 2° La *digitaline* diminue également le volume du cœur; mais elle agit surtout sur les cavités droites; 3° L'*iodure de potassium* diminue également le volume du cœur, mais cet effet est moins prononcé que par la spartéine. Autre série absolument distincte: 1° L'*antipyrine* augmente le volume total sans influencer en quoi que ce soit la pression artérielle; 2° Le *bromure de potassium* est dans le même cas que l'antipyrine, et, par conséquent, opposé à l'iodure de potassium; il dilate le cœur dans sa totalité. Comme médicament sans portée efficace sur le cœur, on peut citer la *caféine* qui laisse le muscle cardiaque dans l'indifférence absolue. Une discussion s'engage au sujet de cette communication entre MM. Constantin Paul, G. Sée, Dujardin-Beaumont et Laborde, dont la suite a été remise à la séance suivante. — M. J.-V. Laborde: Les accidents de la chloroformisation; leur mécanisme pathogénique; leur traitement préventif et curatif. L'auteur, après avoir résumé la discussion qui a eu lieu l'année dernière sur les dangers de la chloroformisation, formule les moyens préventifs et curatifs suivants: 1° Les moyens préventifs résident essentiellement, d'une part, dans l'adjonction préalable et systématisée des analgésiques généraux et locaux à l'anesthésique en vapeur, et d'autre part, dans le dosage et le filtrage le plus exact possible de la substance anesthésique; cette exactitude ne peut, à l'heure actuelle, être obtenue que par l'emploi de la méthode des mélanges titrés, basée sur la recherche et l'analyse expérimentales; 2° Les moyens curatifs se résument en tous ceux qui sont capables de ranimer les phénomènes mécaniques de la fonction respiratoire, éteinte ou près de s'éteindre, cette extinction constituant le mécanisme essentiel de l'action toxique propre du chloroforme. Or, de tous ces moyens le plus efficace c'est la respiration artificielle, à condition d'être réalisée par le procédé de l'insufflation, transporté et adapté à la pratique chirurgicale.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 30 mai 1891.

M. Ch. Richet a repris la question du rapport entre le poids du cerveau et le poids du corps, ainsi que celui de différents organes, dans une même espèce. Chez le chien, en partant de 157 observations faites par lui ou relevées dans divers auteurs, il observe que le poids de l'encéphale n'est pas proportionnel à la surface, mais qu'on peut exprimer avec une assez grande approximation la loi de variation en considérant le poids de l'encéphale comme la somme d'une quantité proportionnelle à la surface et d'une constante; cette constante représenterait la quantité de substance nerveuse disponible pour les fonctions intellectuelles. Le foie varie proportionnellement à la surface, ce qui est conforme à la variation de l'intensité des échanges nutritifs en raison de la surface; on peut donc rapporter le poids de l'encéphale au poids du foie, au lieu de le rapporter à la surface. La rate varie proportionnellement au poids du corps. — MM. Gréhaud et Quinquand ont fait des recherches au moyen du myographe dynamométrique de Gréhaud sur les mo-

difications de la puissance musculaire dans diverses intoxications; l'acoolisme aigu et l'intoxication par l'oxygène comprimé diminuent cette puissance. — **M. Ch. Luzet** a observé les modifications qui se produisent dans la moëlle osseuse chez le pigeon jeune sous l'influence de saignées répétées; jusqu'à une certaine limite, la régénération du sang s'effectue au moyen d'hématoblastes; quand on a atteint une anémie profonde, il apparaît des éléments particuliers différenciés des hématoblastes et de tous les éléments normaux du sang, principalement par la disposition de la substance chromatique du noyau. — **M. L. Malassez** indique un procédé pour obtenir, à partir des verres colorés du commerce, des étalons colorimétriques donnant exactement l'intensité et la nuance nécessaires pour l'hémochromométrie. — **M. L. Vaillant**: Nouvelles études sur les zones littorales (Voir Académie des sciences, 11 mai). — **M. L. Vialleton** a suivi le développement des aortes postérieures chez l'embryon du poulet et reconnu que ces vaisseaux, conformément aux idées de His, sont dans des rapports très étroits avec les vaisseaux de l'aire vasculaire. — **M. A. Borel** décrit des formes diverses de noyaux se divisant et bourgeonnant dans l'intérieur d'une cellule qui ne suit pas les processus de la division, formes qu'il a observées dans des tumeurs épithéliales. — **M. Gaube** étudie sous le nom d'albuminurie le symptôme qui consiste dans la présence dans l'urine d'une petite quantité d'albumine associée à des phosphates calcaires. — **M. A. Charpentier** a fait de nouvelles expériences pour déterminer la vitesse de l'onde rétinienne donnant lieu aux phénomènes d'interférence signalés par lui; il a constaté que la période de cette onde est la même pour toutes les couleurs. — **M. Alezais** communique une observation de monstre péracéphale dont il a étudié complètement l'anatomie.

Séance du 6 juin

M. Feré rapporte quelques cas d'hallucinations dans lesquelles le sujet voyait devant lui sa propre image comme dans une glace. — **M. Zachariades** indique les avantages que présente pour l'étude des cartilages le traitement des préparations par une solution de potasse caustique. — **MM. Cadéac et Meunier** résument leurs recherches sur les propriétés toxiques de la vulnérine en déterminant la part qui revient dans l'intoxication à chacune des essences épileptisantes qui entrent dans la composition de cette liqueur. — **M. Brown-Séquard** rapporte une observation faite sur un malade qui était mis en état d'asphyxie intense par suite de rhumatisme des muscles inspirateurs; de temps en temps, il se produisait un arrêt des échanges, caractérisé par la coloration rouge du sang veineux visible à travers la peau et s'accompagnant d'une chute de la température; à chacun de ces arrêts, durant de une à trois minutes, correspondait un sentiment de bien-être relatif. — **M. Charpentier**: Recherches complémentaires sur l'appréciation du temps par la rétine. — **M. Dupuy** a fait des expériences sur des embryons de cochon d'Inde pour déterminer la cause de la première inspiration; sur les embryons extraits de l'utérus et restés en relations avec la circulation maternelle, l'inspiration ne se produit jamais par les excitations cutanées; l'interruption de la circulation dans le cordon détermine aussitôt des mouvements de respiration. **L. LAPICQUE.**

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 5 juin 1891.

On sait que la théorie cinétique des gaz, interprétant la loi de Gay-Lussac par une augmentation de la force vive du mouvement de translation des molécules avec la température, fournit une explication de la rotation des ailettes dans un radiomètre. **M. l'abbé Leray** se fonde sur les mêmes considérations pour expliquer les mouvements que présentent divers types de radiomètres lorsqu'on chauffe inégalement les différentes régions de l'enveloppe. Ces appareils fonctionnent sous les yeux

de la société. Un radiomètre muni seulement de deux ailettes verticales et identiques sur leurs deux faces, offre, lorsqu'on approche la main, une orientation du plan des palettes parallèle à la direction de la main. Dans les mêmes conditions, avec un système de quatre ailettes inclinées à 45°, l'équipage prend un mouvement de rotation continue. Les mêmes expériences réussissent avec la chaleur solaire, à condition de laisser à un seul des hémisphères. Enfin **M. Leray** complète une observation de Stokes. Celui-ci avait observé que, dans un radiomètre, dont la boule au lieu d'enfermer un espace très raréfié, est ouverte à l'air libre, l'échauffement d'un des côtés produit au commencement un déplacement des palettes. **M. Leray** a constaté que le déplacement est encore identiquement le même si, au lieu d'un échauffement on produit un refroidissement. Il signale ce fait curieux, mais n'en peut donner une explication certaine. — **M. G. Weiss** expose les méthodes usitées en médecine pour la mesure du degré de myopie et d'hypermétropie. Elles reposent sur l'observation du sens du déplacement de l'ombre pupillaire sur le champ éclairé de la rétine, lorsqu'on déplace l'ophtalmoscope. L'explication de ces diverses apparences faisait défaut jusqu'ici; **M. Weiss** en propose une, très simple et très rationnelle; il montre en même temps que la tache centrale observée sur le fond éclairé de la rétine et dont la production n'avait pu être expliquée d'une façon satisfaisante, est due simplement à l'ouverture centrale de l'ophtalmoscope. — **M. Colardeau** expose les recherches que **M. Cailletet** et lui ont effectuées sur la tension de la vapeur d'eau saturée jusqu'au point critique et sur la détermination de ce point critique. A haute température, le verre est attaqué par l'eau: il devient opaque, perd de sa solidité, et les tubes font souvent explosion. Aussi doit-on recourir à des tubes d'acier et mettre en œuvre une méthode qui permette d'opérer sans voir le liquide. Elle est fondée sur la remarque connue de Sajoetschewski à savoir que la tension de vapeur qui, jusqu'à la température critique, est indépendante du volume occupé par le liquide et la vapeur, en dépend à partir de cette température. On introduit dans un volume vide d'air et d'une capacité maintenue invariable une quantité donnée d'eau. On élève progressivement la température au moyen d'un bain convenablement choisi et on trace la courbe des pressions obtenues. D'une expérience à l'autre, on fait varier le poids de l'eau: ce poids doit toujours être suffisant pour fournir de la vapeur saturée jusqu'au point critique, mais insuffisant pour remplir complètement le tube de liquide par simple dilatation. Dans ces conditions, les courbes figuratives des pressions représentent toutes, jusqu'à la température critique, la courbe des tensions de la vapeur saturée et par suite coïncident dans toute cette région. Elles se raccordent parfaitement avec celles de Regnault qui ne s'étendent d'ailleurs pas au-delà de 230°. Au-dessus de la température critique, les courbes relatives aux diverses expériences diffèrent, car chacune représente la compressibilité d'une masse différente d'un fluide homogène. La température et la pression critiques s'obtiennent en relevant sur le tracé graphique les coordonnées du point de séparation des différentes branches de courbes. Les expérimentateurs ont trouvé 365° et 200^{atm} 5. Ils ont comparé leurs résultats avec ceux que donnent les lois des tensions déduites des formules de Clausius et de M. Bertrand, et ont obtenu un accord très satisfaisant. Dans ces expériences, les pressions étaient mesurées par une série de manomètres à gaz comprimés, et ces derniers ont ensuite été étalonnés au moyen du manomètre de la tour Eiffel. — **M. Pellin** présente un dispositif réalisant l'appareil de Mac Intosh et permettant de recourir à la lumière Drummond, même dans des stations dépourvues de gaz d'éclairage. Ce gaz est remplacé par des vapeurs d'éther. Pour entraîner ces vapeurs et les amener au chalumeau on fait passer un courant d'oxygène. **Edgard HAUDÉ.**

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 3 juin 1891.

M. Friedel présente un modèle de balance construit par M. Collot permettant des pesées rapides et la lecture directe des derniers poids. Le centre de gravité du fléau est situé assez bas, de sorte que les oscillations sont rapides; pour compenser la perte de sensibilité due à ce déplacement, l'aiguille du fléau porte un réticule dont l'image est projetée sur un micromètre gradué, au moyen d'un microscope; la lecture sur le micromètre est facile et précise, elle donne les milligrammes et fractions de milligrammes. — M. Friedel décrit un modèle de siphon imaginé par M. Essner, destiné à transvaser les liquides chauds ou à vapeurs irritantes; le remplissage du siphon s'effectue, sans aspiration au moyen d'un réservoir d'assez grande capacité placé sur la branche descendante. — M. A. Gautier décrit un dialyseur auquel il a donné le nom de dialyseur continu : Cet appareil se compose de quatre ou six entonnoirs de verre placés sur une planche percée de trous; communiquant entre eux par des ajutages qui unissent la pointe inférieure de chaque entonnoir avec une tubulure latérale percée dans le haut de la paroi de l'entonnoir précédent. Des filtres à larges plis, en papier parchemin, placés dans chaque entonnoir reçoivent la liqueur à dialyser. L'eau de lavage circule avec une vitesse que l'on peut régler à volonté. La surface dialysante est très considérable par rapport au volume des liquides à dialyser. — M. Lindet entretient la Société des procédés aujourd'hui en usage pour la stérilisation et le chauffage du lait à 60°. Ce mode de chauffage ne détruit pas les microbes pathogènes, mais est suffisant pour engourdir le ferment lactique et permettre le transport du lait. — M. Béchamp fait à ce propos remarquer que le ferment lactique n'existe pas dans le lait spontanément caillé, et pense que le meilleur moyen de favoriser l'altération du lait est précisément le chauffage à 60°. A. COMBES.

SOCIÉTÉ MATHÉMATIQUE DE FRANCE

Séance du 3 juin 1891

M. Laisant résout deux problèmes sur les permutations limitées (nombre des dispositions de n ménages autour d'une table de façon que mari et femme ne soient jamais l'un à côté de l'autre; nombre des dispositions de n tours sur un échiquier de n^2 cases pour qu'elles ne soient pas en prise réciproque, les diagonales restant inoccupées). — M. Raffy reprenant le problème de l'applicabilité des surfaces spirales sur une surface spirale donnée, déjà résolu par M. Maurice Lévy, fait voir que sa solution peut semer à l'intégration d'une équation de la forme $y^2 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 = F(x)$,

équation qui se rencontre encore lorsqu'on cherche les géodésiques d'une surface spirale. Il indique divers cas d'intégrabilité de cette équation en se fondant sur cette dernière remarque. — M. d'Ocagne fait observer, à propos de la communication précédente, que si on change, dans l'équation différentielle y en z et x en ω , on a précisément l'équation à laquelle on est conduit lorsqu'on cherche, en coordonnées polaires, les isométriques d'une courbe donnée par rapport à un système de droites concurrentes. Les deux problèmes sont donc identiques au point de vue analytique. Il rappelle qu'il a complètement résolu le second dans le cas où la courbe dont on cherche les isométriques est une droite. (Bull. de la Soc. Math., t. XIII, p. 75 et t. XVII, p. 471.) — M. Humbert indique un certain nombre de résultats qu'il a obtenus dans l'étude de la surface du 4^e ordre réciproque du lieu des centres de courbure d'un ellipsoïde, après avoir remarqué que les coordonnées homogènes de cette surface peuvent être exprimées de la manière suivante :

$$x = \frac{\sigma_1 u}{\sigma_1 v}, \quad y = \frac{\sigma_2 u}{\sigma_2 v}, \quad z = \frac{\sigma_3 u}{\sigma_3 v}, \quad t = \frac{\sigma_4}{\sigma_4'}$$

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$, étant les fonctions bien connues de M. Weierstrass. En partant de cette représentation analytique, M. Humbert établit diverses propriétés remarquables de la surface, relatives aux tangentes doubles, aux sections par les plans tangents, aux réseaux conjugués, aux lignes asymptotiques.

M. D'OCAGNE.

SOCIÉTÉS MARITIMES SCIENTIFIQUES

INSTITUTION OF NAVAL ARCHITECTS.

Session 1891. (Suite.)

M. J. A. Yates : Efforts développés dans une paroiplane en acier sous l'influence de la pression hydrostatique. Bien que la résistance des cloisons ait fait l'objet d'un certain nombre de recherches, dont les plus importantes sont celles de M. T. C. Read, les efforts exercés par la pression de l'eau sur une paroi plane en tôle, renforcée par des cornières, sont encore mal connus. L'intérêt qu'en offre l'étude s'étend pourtant non seulement aux cloisons étanches, mais encore au bordé extérieur du navire dont les échantillons et le rivelage, ainsi que ceux des membrures et leur écartement, doivent être déterminés de manière à limiter la fatigue à un certain nombre de kilogrammes, 6 ou 7 par exemple, par millimètre carré. — Si l'on considère une bande de tôle fixée à ses deux extrémités et d'abord plane, elle prendra sous la pression de l'eau une courbure dont la flèche est liée à la valeur de la tension. L'auteur l'assimile successivement à une poutre encastrée aux deux extrémités et uniformément chargée, et à une chaîne parabolique soumise aussi à une charge répartie uniformément, mais normale en chaque point de la courbe. Le calcul des efforts conduit au résultat suivant : si la flèche est inférieure au quart de l'épaisseur de la tôle, celle-ci peut être regardée comme étant dans les conditions de la poutre encastrée aux deux bouts; si la flèche est supérieure au quart de l'épaisseur, la bande de tôle est comparable à la chaîne parabolique. Dans le premier cas, elle dessine une courbe légère avec deux points d'inflexion; dans le second, elle forme un coude brusque aux points d'attache. Des tableaux donnent pour toutes les épaisseurs usuelles de tôles les flèches et les tensions produites par des pressions de 3 à 7 atmosphères; dans la pratique, on peut fixer à 12 $\frac{w}{m}$, environ l'épaisseur au-dessus de laquelle la tôle travaille comme une poutre encastrée; on admet par là même que la flèche de la courbe prise par les virures du bordé des fonds ne doit pas dépasser 3 $\frac{w}{m}$. Les cloisons, il est vrai, présentent de plus fortes flexions, mais comme leur épaisseur est inférieure à 12 $\frac{w}{m}$, elles seront calculées comme une chaîne parabolique. — Cette distinction établie par l'auteur dans le mode de travail des tôles selon la valeur du rapport de leur épaisseur aux flèches qu'elles prennent est naturellement hypothétique; elle revient à admettre dans un cas une rigidité, dans l'autre une flexibilité, qui en réalité coexistent dans la nature. Observons en outre que dans le calcul de la poutre la force est supposée perpendiculaire à la ligne des points d'encastrement, au lieu que la pression du liquide est normale à la tôle déformée. Toutefois si les résultats donnés par M. Yates doivent être considérés comme des nombres extrêmes, on peut reconnaître que, dans la limite de ses hypothèses, l'approximation est assez grande pour les besoins de la pratique. Il tient compte d'ailleurs pour les fortes pressions du rôle que joue l'élasticité transversale; il suppose que lorsque la flèche est assez petite pour qu'on puisse assimiler la tôle à une poutre, la pression de l'eau est supportée entièrement par la tension longitudinale, mais que dans le cas de la chaîne, la moitié de cette pression est supportée par la tension transversale. Seulement, cette nouvelle hypothèse a l'inconvénient de laisser incertain le sens de l'erreur commise; il est douteux, à notre avis, que l'élasticité transversale absorbe la moitié de l'ef-

fort, et l'on ne possède plus une limite supérieure de la tension longitudinale. Quoi qu'il en soit, les conclusions sont les suivantes : pour le bordé extérieur et celui du double fond, il est bon de limiter la flèche à $1 \frac{m}{m} 1 \frac{1}{2}$ pour 30 centimètres d'écartement des supports, afin d'éviter le décollement du matage, le fendillement du ciment, et l'augmentation de résistance à la marche du navire. Pour les cloisons étanches, on pourra admettre une flèche de $2 \frac{m}{m} 1 \frac{1}{2}$. L'effort sera limité à 4 kilos pour le bordé, car il ne faut pas oublier que l'effort local dû à la pression s'ajoute aux efforts de flexion longitudinale ou transversale de l'ensemble de la coque; on ira jusqu'à 11 kilos pour les cloisons étanches, où cet effort n'est qu'accidentel. L'auteur calcule, d'après ces chiffres, l'écartement maximum à donner aux membrures ou aux cornières de renfort des cloisons. En pratique, l'écartement de ces dernières est bien inférieur à la limite ainsi trouvée. Mais cette limite suppose aux cornières une rigidité parfaite. Il y aurait donc lieu de les espacer davantage, à la condition d'en faire des poutres puissantes attachées par de forts goussets à leurs extrémités, afin de résister efficacement à toute flexion. Des cornières légères dans les intervalles empêcheraient le gondolement de la tôle. Dans la pratique actuelle les supports des cloisons sont inefficaces, car bien qu'ils soient plus rapprochés qu'il n'est nécessaire, ils ne donnent pas à la cloison les points d'appui convenables, et fléchissent avec elle, sans autre utilité que d'équivaloir à un surcroît d'épaisseur. — M. Thomas Phillips : *Déformation des coques de navires en acier suivant les conditions du chargement*. Les bâtiments en bois sont sujets à des déformations parfois considérables qui commencent à se manifester dès qu'ils ont quitté la cale de construction. On cite des flèches de 30 et 35 centimètres. Mais il est généralement admis que dans les navires en fer ou en acier, ces déformations sont insensibles. Cependant on a plusieurs fois constaté que des navires en acier avaient, une fois chargés, pris tellement de contre-arc, qu'ils ne réalisaient plus le port en lourd prévu à un tirant d'eau déterminé, par suite de l'affaissement du livet du pont vers la partie centrale. C'est en vue d'évaluer l'importance de ces faits que l'auteur a entrepris plusieurs séries d'observations sur quatre navires, avant et après leur lancement, puis aux différentes phases de leur chargement. — Si la quille est primitivement bien droite, dès la mise à l'eau, la coque prend un peu d'arc, car des deux forces auxquelles elle est soumise, la pesanteur et la poussée de l'eau, la première prédomine aux extrémités, la seconde au milieu, et tant que le bâtiment reste léger, il est comparable à une poutre supportée en son milieu et fléchi par des poids appliqués à ses extrémités. Dès que l'opération du chargement commence, le moment fléchissant au milieu diminue, et par suite aussi l'arc, qui finit par s'annuler, et devient négatif. Mais il faut se garder d'une cause d'erreur qui intervient dans la mesure de la flèche : il arrive souvent que la quille n'est pas parfaitement rectiligne dès avant le lancement, soit que les tains aient été mal dressés, soit qu'ils aient légèrement cédé pendant la construction. De là vient aussi que le creux sur quille, relevé avant et après la mise à l'eau, présente une certaine variation. Il est donc indispensable de tenir compte de l'affaissement de la quille pour apprécier et réduire sa juste valeur la déformation subséquente due au chargement. — Sur l'un des navires observés, un weldeck, l'auteur a remarqué en établissant plusieurs lignes de repère, que la flexion n'est pas la même dans les différentes tranches longitudinales situées à diverses distances du plan diamétral. Elle est plus faible au milieu qu'à la muraille, et atteint son minimum entre les deux, comme on pouvait s'y attendre, étant donnés dans la ligne centrale le système rigide formé par la quille, la carlingue et les épontilles, et d'autre part, en abord, la résistance du bordé des flancs. — Un navire à double fond cellulaire a été trouvé sensiblement moins flexible que le pré-

cédent. Les observations ont porté en outre sur un navire à varangues ordinaires, et sur un navire à double-fond du système Mac Intyre régnant seulement dans les cales avant et arrière. On a constaté dans ce dernier que le remplissage des compartiments du waterballast diminuait le contre-arc. Les affaissements en abord ont été très sensibles pendant l'embarquement du charbon dans les soutes latérales. — Il faut remarquer que pour tous ces navires, le chargement a été très rationnellement distribué; mais en somme, les flexions mesurées sont peu considérables; elles ne dépassent pas 4 centimètres. M. Phillips en a conclu que les navires tels qu'il sont aujourd'hui construits ont une rigidité longitudinale suffisante, et il estime que des signes souvent attribués à la fatigue à la mer sont dus simplement à ce que le navire n'ayant pas été construit avec sa quille parfaitement rectiligne, a passé au bassin sec où il reposait sur des tains bien dressés. — Dans la discussion qui a suivi cette communication, le Dr Jenkins fait remarquer que malgré l'intérêt qu'elle offre au point de vue des efforts statiques, on ne saurait conclure à la solidité suffisante des constructions modernes en acier; car elles sont soumises à la mer à des efforts dynamiques qui doivent provoquer des flexions bien plus considérables, qu'il serait instructif de connaître. Il indique comme cause de grande fatigue le synchronisme des flexions de la coque et de la période de la houle, et aussi la différence de température de l'eau et de l'air. — Dr Vivian B. Lewes : *Sur les dépôts qui se forment dans les chaudières*. — L'auteur rapporte des expériences qu'il a entreprises pour constater l'effet des huiles de graissage de la machine sur l'eau d'alimentation des chaudières marines. Il cite des cas d'écrasement de foyers, un, entre autres, survenu à bord d'un grand vapeur, où l'on n'employait que l'eau douce pour faire le plein. On trouva au fond des chaudières une matière brune, huileuse, qui n'était autre que la valvoline employée au graissage, enveloppant des particules de sulfate de chaux et autres sels. Il y en avait également autour des tubes et sur l'enveloppe, mais comme le ciel du foyer lui-même en était exempt, il était difficile de trouver au premier abord la véritable cause de l'accident. La pression aux chaudières étant de 5 kil. 4 correspond à une température de 153°, très inférieure au point d'ébullition de la valvoline. M. Lewes rechercha, d'abord comment la valvoline avait pu pénétrer, et constata que dès 120° elle commençait à être entraînée par la vapeur, sans doute parce qu'elle était mal purifiée. Il en résulte qu'on ne doit pas se contenter, comme essai des huiles de graissage, de déterminer leur point d'ébullition. L'huile introduite dans la chaudière, d'abord plus légère que l'eau, reste à la surface; mais peu à peu elle rencontre des particules calcaires qui s'y attachent; son poids spécifique augmente, et entraînée par les courants ascendants ou descendants, elle se fixe sur toutes les surfaces qu'elle rencontre, à la différence des dépôts purement calcaires qui se déposent simplement en raison de leur poids. Le dépôt formé sur le ciel du foyer est très mauvais conducteur; sa nature huileuse empêche même tout contact avec l'eau. La température s'élève, décompose la valvoline, et quand l'effondrement se produit, il ne reste qu'une pellicule de sulfate de chaux d'apparence inoffensive. Il est à remarquer que l'eau distillée favorise ces dépôts huileux bien plus qu'une eau chargée de sels, à cause de sa moindre densité. D'autre part, on doit avoir soin de faire toujours des extractions de surface avant de laisser baisser le niveau de l'eau, pour empêcher les écumes de se déposer sur le foyer, où elles forment des cloches. On trouve dans ces écumes une assez forte proportion de cuivre provenant des garnitures du cylindre et du condenseur qui sont attaquées par les huiles minérales. Ce cuivre pourrait être dangereux, s'il venait au contact de l'acier, par l'action galvanique qui en résulterait; bien que la couche d'huile qui l'enveloppe prévienne ce contact, c'est là un fait qu'il ne faut pas perdre

de vue. — L'auteur a reconnu ensuite par des expériences directes l'influence de la couche d'huile sur la surchauffe des tôles : il a pu percer des trous dans un récipient en fer forgé, prouvant ainsi que le métal, séparé de l'eau par une épaisseur de 1^m_{10} , 5 du résidu d'une chaudière, avait dépassé 1500°. — En résumé, il recommande 1° L'emploi d'huiles minérales aussi pures que possible, et ayant une température d'ébullition d'autant plus élevée que la pression et par suite la température des cylindres sont plus élevées. Les huiles animales et végétales, donnant naissances à des acides gras qui attaquent le fer et le cuivre, sont absolument prosrites. 2° L'épuration de l'eau d'alimentation qu'il suffit de faire passer dans une colonne remplie de coke pour la débarrasser de l'huile qu'elle contient. 3° De fréquentes extractions de surface. 4° L'emploi d'une eau de grande densité pour empêcher les dépôts de se former. L'auteur propose même de faire usage d'eau de mer, après en avoir précipité les sels de calcium et de magnésium ; il a lui-même expérimenté cette méthode avec succès ; il cite l'emploi du fluorure de sodium recommandé par le P^r Doremus comme précipitant rapidement ces sels nuisibles sans donner un dépôt adhérent aux parois du récipient. L'eau de mer ainsi préparée est ensuite concentrée par la vaporisation de manière à acquérir la densité requise.

L. VIVET.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Avant d'entreprendre de rendre compte, avec quelque détail, de chacune des séances de la Société, nous croyons utile d'indiquer sommairement les communications faites depuis le commencement de l'année 1891.

1° MACHINES. — M. Thureau s'est occupé de l'emballage des machines à vapeur et des moyens de le prévenir fournis par divers systèmes de régulateurs, puis des moyens d'obtenir l'arrêt rapide des transmissions soit par des organes de débrayage, soit par des appareils produisant à distance la fermeture du tuyau de vapeur. — M. Casalonga : *Maximum théorique du rendement direct et absolu des machines à vapeur*. Nous reviendrons sur cette communication lors de sa discussion.

2° RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX. — M. Candlot, délégué par la Société à la Conférence tenue dernièrement à Berlin pour l'unification des méthodes d'essais des matériaux de construction, a indiqué les conventions adoptées relativement aux produits hydrauliques. Pour les métaux l'uniformité n'est pas encore établie ; l'état de la question a été exposé par M. Durant. — M. Petit a présenté un nouvel appareil pour soumettre les métaux aux essais de traction, de compression et de flexion ; c'est l'*anthracimètre*.

3° TRAVAUX PUBLICS. — M. G. Hersent a exposé le résultat des études et sondages faits en 1890 pour le pont sur la Manche : deux trajets sont possibles ; l'un de 37 k. 300, l'autre de 33 k. 450. — M. de Coëne qui a étudié dans différents pays l'outillage des ports de mer et des voies de communication, conclut qu'il y a de grands progrès à réaliser en France. — Un travail de M. Ronna sur les irrigations a été résumé par M. Tresca.

4° ÉCONOMIE SOCIALE. — La question ouvrière dans les pays étrangers a été traitée par M. Gruner, d'après les documents récents. — M. Cacheux a décrit les habitations ouvrières à l'exposition de 1889 et de récentes constructions faites à Clichy et à Saint-Denis.

5° MINES ET MÉTALLURGIE. — M. Garnier a communiqué ses notes de voyages dans l'Amérique du Nord et au nouveau district de Sudbury où l'on a trouvé un nouveau minerai de platine : un arsénure (la *Speryllite*), accompagné d'or et de cuivre natif. — M. Chaussegros a décrit la nouvelle méthode de fabrication des tubes de fer due à M. M. Mannesmann qui, entre deux cylindres inclinés en sens inverse, laminent un lingot de fer plein ; celui-ci animé d'un mouvement hélicoïdal se creuse

jusqu'à produire un tube. — M. Pourcel a fait l'étude du procédé au minerai (*Ore process*) pour obtenir l'acier sur sole au four Siemens Martin avec des fontes pures et des fontes phosphoreuses. Le métal, préparé sur sole neutre, a une limite élastique qui dépasse les 60 % de la limite de la rupture, grâce au chrome qui s'y incorpore. — L'aluminium a donné lieu à plusieurs communications. Sa métallurgie et principalement les procédés électrolytiques Héroult et Minet ont été étudiés par M. Hauptmann, M. Jordan a indiqué l'état de la question en Amérique d'après M. Hunt qui estime comme prix de revient théorique minimum 2 fr. 30 par kilog. M. Spirai s'est particulièrement attaché aux propriétés mécaniques de l'aluminium et de ses alliages. L'influence qu'a l'incorporation de l'aluminium dans l'acier sur son point de fusion et sa résistance à la rupture a donné lieu à plusieurs observations contradictoires.

6° CHIMIE. — M. Guyon a étudié le gaz dynamogène formé par le mélange des produits de distillation de la houille et des gaz obtenus en faisant passer de l'eau et de la vapeur d'eau sur le coke incandescent, dans le but d'utiliser la chaleur de celui-ci.

7° ÉLECTRICITÉ. — M. Heilmann a proposé un nouveau système de chemin de fer électrique, dans lequel la traction est supprimée ; tous les essieux sont moteurs, portant chacun l'induit d'une dynamo réceptrice ; toutes celles-ci sont alimentées par le courant d'une génératrice mue par une machine à vapeur ; le moteur et la dynamo sont placés dans un véhicule spécial remplaçant la locomotive actuelle. Cette communication a donné lieu à une intéressante discussion. — M. Vlasto a traité de l'industrie des câbles sous-marins qui a déjà fourni un milliard de francs de produits ; monopolisée jusqu'ici en Angleterre elle a été introduite en France par la Société des téléphones. — M. Jousset a décrit le secteur électrique de la place Clichy, installé pour pouvoir éclairer 45,000 lampes de 10 bougies, alimentées par une force de 3,000 chevaux ; il a fait la comparaison de l'éclairage à l'électricité et au gaz. — La transmission de force par l'électricité a donné lieu à trois communications différentes : M. Buron a donné les détails d'applications faites à l'éclairage des gares de Calais, et à la transmission de puissance motrice à deux ateliers du chemin de fer d'Orléans. M. Hillairet a montré une série d'installations et indiqué les modes généraux de distribution ; il n'y a pas de limite à la puissance ni à la distance ; mais le rendement d'une dynamo ne peut dépasser 90 %, et par conséquent celui d'une transmission 80 %. M. de Bovet a décrit les appareils moteurs et le matériel d'extraction employés aux mines d'or de Faria (Brésil) ; ils ont été étudiés pour être simples et résistants à cause de l'inexpérience du personnel auquel ils sont confiés.

P. JANNETAZ.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 28 mai¹

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. S. Johnson fait une communication sur les bases organiques du jus de viande. Il a essayé de déterminer par des expériences précises si toutes les substances que l'on extrait de la viande y préexistaient ou si elles sont des produits dus à l'action des agents physiques et chimiques qu'on emploie pour cette extraction, ou aux actions microbiennes qui ont pu modifier la composition de la viande avant qu'elle arrive entre les mains du chimiste. Sa conclusion, c'est que la créatine n'existe pas dans le muscle frais, mais est produite par l'action des bactéries ; la créatine, au contraire, existe probablement dans la viande fraîche.

2° SCIENCES NATURELLES. — M. W.-J. Thizelton-Dyer présente une note relative au mémoire du D^r Fenton

¹ Il n'y a pas eu de séance le 21 mai.

Evans sur le champignon pathogène de la Malaria. M. Evans avait décrit dans son mémoire (*Proc. R. Soc.* n° 298, p. 100), un champignon très élevé en organisation qui semblait différer par certains caractères importants de tous les champignons connus. M. Thizelton-Dyer a examiné ce champignon; il a constaté que c'est un *muror* typique, probablement identique au *muror racemosus*. — M. W. N. Parker présente une note sur l'anatomie et la physiologie du *protopterus annectens*. Il avait fait paraître une courte note sur ce sujet dans les *Berichte d. Naturforsch. Gesellschaft zu Freiburg*, vol. 4, 1884. Dans le présent mémoire il a traité la question dans son ensemble en grand détail; il rapporte un grand nombre de faits nouveaux et modifie quelques-unes de ses conclusions antérieures. Le mémoire renferme 12 planches magnifiques qui contiennent 91 figures. M. Parker ne décrit pas la structure du squelette et des systèmes nerveux et musculaires, il se contente de donner à cet égard certains détails spéciaux; il s'est principalement attaché à l'étude d'autres organes qui n'avaient point attiré l'attention des observateurs précédents et à la comparaison du *protopterus* avec les autres genres de *dipnoi* dans la mesure où leur structure est connue et avec les autres *ichthyopsides*. Les faits nouveaux contenus dans ce mémoire sont si nombreux, les recherches sont si complètes, qu'on ne saurait en faire tenir les résultats dans un bref compte rendu. La place des *dipnoi* dans la classification est discutée à la lumière de ces faits nouveaux. M. Parker fait remarquer que, bien que les *dipnoi* présentent de nombreux points de ressemblance avec les poissons d'une part, et d'autre part avec les batraciens inférieurs, ils n'ont qu'une parenté très éloignée avec les formes actuellement vivantes de ces deux classes; il est, d'après lui, inacceptable de les classer avec les poissons. En l'absence de tout renseignement embryologique, et ne connaissant que d'une manière fort incomplète l'histoire paléontologique des *dipnoi*, il nous est impossible de construire un arbre généalogique qui montre avec quelque chance d'exactitude leur connexion probable avec les autres *ichthyopsides*. — M. François Galton présente une note sur une méthode pour cataloguer les empreintes des doigts. Dans un mémoire lu devant la Société royale le 27 novembre 1890, il avait mis en lumière l'extraordinaire persistance pendant la vie tout entière des crêtes papillaires de la face palmaire des mains. Il avait montré que la marque laissée sur du papier par le bout des doigts légèrement noircis avec de l'encre contenait pour chaque doigt de 25 à 30 points de repaire distincts; ces points de repaire, à de très rares exceptions près, semblent être absolument persistants; aussi est-il possible de dire avec une certitude pratique si oui ou non deux empreintes digitales ont été faites par la même personne. Dans le présent mémoire, M. Galton explique comment on peut cataloguer ces empreintes et se reporter à ce catalogue comme à un dictionnaire. Il s'appuie sur les mêmes principes généraux qui ont servi à M. A. Bertillon pour créer son ingénieuse méthode de mensurations anthropométriques, méthode dont on se sert maintenant d'une manière régulière pour l'identification des criminels en France et dans d'autres pays. Mais il ne faut point supposer que les empreintes digitales ne peuvent être utilisées que pour ces identifications; elles peuvent rendre de grands services dans les enquêtes sur les races et sur l'hérédité. La facilité avec laquelle M. Galton peut identifier ces empreintes est une preuve suffisante de l'exactitude de la méthode qu'il a adoptée.

Séance du 4 juin 1891.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. Olivier J. Lodge communique le résultat de ses expériences sur la décharge des bouteilles de Leyde. Il avait donné un court résumé de la plupart des expériences rapportées dans ce mémoire et il avait indiqué quelques-unes des deductions qu'il en tire dans deux conférences qu'il a faites

à la Société des Arts en mars 1888, sur les paratonnerres, — et dans des articles qui ont paru dans l'*Electricien* (vol. 21, 22, 23) sous le même titre. Le présent mémoire renferme avec les détails complets de ces expériences déjà mentionnées, quelques expériences encore inédites. En retraçant l'histoire des recherches sur la radiation électro-magnétique, M. Lodge fait remarquer qu'une question autour de laquelle on a soulevé quelques controverses, semble être résolue par ses expériences; il a montré en effet que la vitesse d'une onde électrique le long d'un fil mince de cuivre bien isolé est pratiquement identique à la vitesse de la lumière, ce qui concorde avec la théorie de Maxwell. — M. J. H. Poynting fait une communication sur la détermination de la densité moyenne de la terre et de la constante de la gravitation au moyen de la balance ordinaire. L'objet immédiat de cette expérience; c'est de déterminer l'attraction exercée par une masse connue sur une autre. On suspend aux deux bras d'une balance deux masses sphériques de plomb et d'antimoine, pesant environ 24 kilogs chacune, de telle manière que leurs centres se trouvent à 30 centimètres environ au-dessus du centre d'une masse attirante considérable, consistant en une sphère de plomb et d'antimoine, pesant environ 153 kilogs et placée sur un plateau tournant, de manière à pouvoir être mise en mouvement au-dessous de l'une des deux masses suspendues à la balance. Les variations des poids des masses attirées, qui proviennent du déplacement de la masse attirante d'un côté à l'autre sont les quantités à mesurer. En répétant les observations, lorsque la distance entre la masse attirante et les masses attirées est doublée, on peut éliminer l'attraction exercée sur le fléau, les fils qui soutiennent les sphères métalliques, etc. La position du fléau est déterminée par la réflexion d'une échelle dans un miroir, disposé de telle sorte qu'il fait en tournant un angle 150 fois plus grand environ que celui dont a tourné le fléau; une division de l'échelle correspond à un angle de déplacement du fléau d'environ 0°,013. M. Poynting a obtenu les valeurs suivantes :

Constante de la pesanteur : $\frac{6,6984}{10^8}$

Densité moyenne de la terre : 5,4931.

— M. W. H. Dines présente une note sur la pression exercée par le vent sur les surfaces courbes des girouettes. En juin 1890, il avait lu devant la Société un mémoire qui renfermait les résultats de quelques expériences sur la pression exercée par le vent sur les surfaces obliques à sa direction (*Roy. Soc. Proc.* Vol. 48, p. 233). Il rapporte dans la présente communication quelques résultats nouveaux qu'il a obtenus au cours de ses recherches de l'hiver dernier. — MM. Ayrton, Perry et Sumpner font une communication sur les électromètres à quadrants. En 1886, on avait signalé que si on augmente constamment la charge de l'aiguille de l'électromètre n° 5 à quadrants et à suspension bifilaire de Sir W. Thomson, la déviation de cette aiguille lorsque la même différence de potentiel est maintenue entre les quadrants, au lieu de s'accroître constamment s'accroît d'abord, puis diminue, de telle sorte, que si la charge de l'aiguille est très grande ou très petite, la sensibilité de l'instrument est faible. Une série d'expériences poursuivies pendant plusieurs années ont permis de déterminer les causes de cette particularité. Voici brièvement les résultats de ces recherches : 1° L'électromètre à quadrants, tel qu'il est construit par MM. White, bien qu'il soit très soigneusement construit au point de vue de la symétrie, n'obéit pas d'ordinaire, même approximativement, à la loi reconnue des électromètres à quadrants, lorsque le potentiel de l'aiguille varie. 2° Les particularités de l'électromètre White sont dues principalement aux actions électriques qui se produisent entre le tube de garde (*tube guard*) et l'aiguille, et au léger abaissement de l'aiguille qui a lieu lorsque le potentiel est élevé. 3° Par certaines dispositions spé-

ciaux des quadrants, on peut rendre la sensibilité de l'instrument presque indépendante du potentiel de l'aiguille, ou directement proportionnel à ce potentiel, ou bien enfin on peut la faire s'accroître plus rapidement que le potentiel de l'aiguille. 4° En modifiant, comme l'indiquent les auteurs, la construction de l'instrument, on peut sans aucune disposition spéciale des quadrants obtenir un électromètre soumis à la loi conventionnelle. Au cours de leurs expériences, les auteurs ont fait une nouvelle détermination de r , c'est-à-dire, du rapport des unités de quantité électro-statique et électro-magnétique. La valeur obtenue est de 298 millions de mètres par seconde. — M. William Marcet fait une communication sur l'absorption d'oxygène et la formation d'acide carbonique dans la respiration ordinaire et dans la respiration d'air contenant un excès d'acide carbonique. Les résultats obtenus montrent que la proportion d'acide carbonique, d'oxygène et d'azote, dans l'air expiré varie d'après les individus, mais que les proportions de chaque gaz restent à peu près constantes pendant une période d'environ quatre heures et demie après le repas de midi. La moyenne de vingt et une expériences faites sur deux personnes donne, pour le rapport entre l'oxygène consommé et l'acide carbonique produit, une valeur de 0,870. Le volume moyen d'oxygène absorbé par minute est de 34,3 cent. cubes, ce qui représente 2 gr. 94 d'oxygène par heure. Le rapport du volume moyen d'oxygène absorbé à l'air inspiré est de 0,75 pour 100. Le poids moyen d'oxygène consommé par heure varie de 20,81 à 26,09 suivant les individus. Le poids moyen d'acide carbonique formé est sujet aux mêmes variations. Les expériences, qui se rapportent à la respiration de l'air contenant un excès d'acide carbonique, montrent que lorsque l'air respiré contient de 3 à 4 pour 100 de CO₂, la quantité d'oxygène consommé est beaucoup plus grande que dans la respiration ordinaire, tandis que la quantité d'acide carbonique expiré est beaucoup plus faible. Il doit en conséquence rester dans le corps une quantité considérable d'oxygène qui très probablement se transforme en CO₂, et ne peut s'échapper dans l'air extérieur lors de l'expiration.

Richard A. GREGORY.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 22 mai 1891.

M. Woodward montre une forme de lanterne stéréoscopique du Dr Schobben. L'instrument consiste en une double lanterne, par laquelle les deux vues stéréoscopiques d'un objet sont projetées sur un écran. Les deux images sont colorées de teintes complémentaires au moyen de lames de verre rouge et vert dont on recouvre les lentilles des lanternes. En observant les images qui se superposent avec une lunette de spectacle dont les oculaires sont aussi colorés en vert et en rouge, on a un effet stéréoscopique saisissant. — M. Boys a essayé d'obtenir un résultat analogue avec de la lumière polarisée en observant deux images polarisées avec un Nicol et n'obtient aucun effet à cause de la polarisation elliptique produite par l'écran; mais si on prenait un écran d'or mat, au lieu d'un écran ordinaire, on obtiendrait l'effet désiré. — Le P^r Perry présente une nouvelle forme d'indicateur de machine à vapeur: Un miroir de galvanomètre est fixé excentriquement à un disque d'acier formant un des côtés de la chambre qui communique avec le cylindre. La pression de la vapeur fait bomber le disque et le miroir dévie un rayon lumineux qui s'y réfléchit de sa direction normale. Une rotation dans une direction rectangulaire à la précédente est communiquée au miroir par le mouvement de la tige du piston. Le rayon lumineux trace ainsi un diagramme sur un écran convenablement placé, et la figure complète est vue d'une manière continue à cause de la persistance des impressions sur la rétine. Cet indicateur a cet avantage sur les autres qu'il est affranchi des erreurs dues au frotte-

ment, ou aux oscillations des ressorts, et à l'altération de leur élasticité par les variations de la température. Les erreurs des indicateurs ordinaires sont considérables pour de grandes vitesses à cause des rides que présente alors le diagramme indicateur. Ces rides sont sensibles dès que la période propre de vibration du ressort n'est pas inférieure à $\frac{1}{10}$ de la période d'une révolution. Dans le nouvel indicateur la période propre d'oscillation peut être rendue très courte. La déviation du rayon réfléchi est proportionnelle à la pression tant qu'on ne dépasse pas certaines limites. M. Addenbroke estime que l'instrument réalise un progrès important et rendra de grands services aux ingénieurs électriciens. M. Ayrton ajoute que l'instrument pourrait être modifié de manière à permettre l'étude de la forme des courbes qui figurent les courants alternatifs. — M. Perry: « Sur la méthode de Blakesley pour la mesure du pouvoir d'un transformateur. » La note présente à rapport à une erreur dans la manière d'établir la formule de M. Blakesley, due au fait qu'il y a des pertes magnétiques dans les transformateurs. On est arrivé à établir la formule donnée jusqu'ici en traitant les équations par la méthode que Hopkinson a le premier indiquée. Sur le système les réactions des courants primaire et secondaire sont représentées par les équations

$$V = R_1 C_1 + P \frac{dN}{dt} \quad 0 = R_2 C_2 + S \frac{dN}{dt}$$

où P et S sont respectivement les nombres de tours des bobines primaire et secondaire et N le flux magnétique entre les bobines. L'on suppose alors qu'il n'y a pas de perte magnétique, et l'auteur estime qu'en ce point la méthode est moins bonne que la méthode originale de Maxwell, dans laquelle les forces électro-motrices sont exprimées en fonction des coefficients de self-induction et d'induction mutuelle. En supposant qu'il n'y a pas de courants tourbillonnaires, les équations de Maxwell sont :

$$V = R_1 C_1 + L_1 C_1 + M C_2 \quad 0 = R_2 C_2 + M C_1 + L_2 C_2$$

où, quoique L_1, M et L_2 ne puissent être constants, on peut supposer qu'ils sont respectivement proportionnels à P, PS et S, s'il n'y a pas de perte magnétique; si la proportion de flux magnétique perdu reste une fraction constante du flux total, les trois quantités peuvent être supposées proportionnelles entre elles, quoique M^2 soit plus petit que $L_1 L_2$. Ces équations nous donnent :

$$VC = R_1 C_1^2 - R_2 \frac{M}{L_2} C_1 C_2 + \frac{L_1 L_2 - M^2}{L_2} C_1 \bar{C}_1$$

Hopkinson annule le dernier terme, tandis qu'à cause de la rapidité avec laquelle varie $\bar{C}_1$, le dernier terme est très important, lors même que M est une faible fraction de $\sqrt{L_1 L_2}$. En intégrant l'équation, les deux premiers termes donnent la formule de Blakesley, et le dernier s'annule dans l'intégration, parce que, quelque grande qu'elle soit, la perte magnétique est

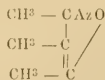
$$\int C_1 \bar{C}_1 dt = 0$$

l'intégration étant étendue à une période entière et les fonctions étant périodiques. La formule de Blakesley subsiste ainsi, quelles que soient les pertes magnétiques. Une discussion s'engage sur la question. MM. Blakesley Sumpner, Swinburne, Ayrton, y prennent part. M. Ayrton dit que personne n'est plus heureux que lui de trouver que la méthode de M. Blakesley est exacte, mais il n'est pas d'accord avec M. Perry sur ce point que le Dr Hopkinson a eu tort d'abandonner la méthode académique de Maxwell. — MM. Ayrton et Sumpner: Mémoire sur « les analogies du courant et de la différence de potentiel dans les méthodes de mesure des pouvoirs. »

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 7 mai 1891.

MM. Dunstan et Dymond. *Action des alcalis sur les composés nitrés de la série des paraffines.* L'action des alcalis, à chaud, sur le nitroéthane, donne naissance à un nitrile alcalin, de l'acétonitrile et un nouveau composé, fondant à 3° $\frac{1}{2}$, bouillant à 170° . MM. Dunstan et Dymond montrent que ce composé est du triméthylsioxazol.



Ce nitropopane, traité par les alcalis, donne le triéthylsioxazol.

M. Emerson Reynolds. *Nouveaux composés d'addition de la thiocarbamide.* L'auteur conclut en proposant pour la thiocarbamide la formule dissymétrique.



M. Emil Werner. *Action de l'anhydride acétique sur les thiocarbamides substituées.* Nouvelle méthode pour préparer l'huile essentielle de moutarde. — M. Arthur Richardson. *La décomposition du chlorure d'argent par la lumière.* L'auteur conclut que le composé qui se forme, quand le chlorure d'argent noircit à la lumière est un sous-chlorure plutôt qu'un oxychlorure. — MM. Purdie et Marshall. *L'addition des éléments de l'alcool aux éthers sels des acides non saturés.* — MM. Raphael Meldola et F. Hughes. *Note sur les azo-dérivés de la β -naphthylamine.* — M. G. Mac Gowan. *Le dosage des nitrates.* L'auteur décrit une méthode de dosage basée sur la réaction suivante :



Le nitrate est chauffé avec un excès d'acide chlorhydrique concentré dans un appareil rempli d'acide carbonique; les produits gazeux sont dirigés dans une solution d'iode de potassium. Une quantité d'iode équivalente à la totalité du chlore dégagé est mise en liberté. — M. Augustus Dixon. — *Nouveaux dérivés benzylques de la thiocarbamide.* — M. Emil Werner. *Réaction de l'acide acétique et de la phénylthiocarbamide.*

SOCIÉTÉ ROYALE D'ÉDIMBOURG

Séance du 18 mai 1891.

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — Le Dr Bucher : Sur le baromètre à l'Observatoire de Ben Nevis : relation entre ses indications et la direction et la force du vent. Les lectures du baromètre à deux stations de niveaux différents, réduites au niveau de la mer, présentent des différences marquées tenant à la direction du vent. Les recherches s'étendent à une période de neuf mois; pendant cette période tous les vents très violents ont été dans des directions comprises entre l'E.-S.-E. et le S.-E., ce sont les directions dans lesquelles le vent souffle librement au sommet de la montagne où se trouve l'Observatoire. Dans douze cas, la vitesse dans ces directions a atteint 120 milles par heure ou plus, et la hauteur (réduite) du baromètre à la station supérieure est de environ $\frac{1}{2}$ de pouce inférieure à la hauteur mesurée à la station inférieure. Dans aucune autre direction le vent n'a dépassé une vitesse de 70 milles à l'heure, et dans les directions de l'Ouest, O.-N.-O., E. et E.-N.-E. la vitesse n'a pas dépassé 30 milles; mais cela tient à ce que le vent se brise contre des rochers au nord de l'Observatoire, la vitesse au sommet même de la montagne est moindre que la vitesse des courants aériens indiquée par la marche des nuages, et il se produit une dépression du baromètre qui est environ triple de la dépression produite pour un vent d'égale violence soufflant d'une autre direction. Un résultat singulier observé pour

toutes les autres directions de vents est que la hauteur barométrique (réduite) au sommet ne dépasse la hauteur à la station inférieure que pour une vitesse du vent d'environ 3 milles à l'heure. On a des résultats inverses pour des vitesses ou supérieures ou inférieures. — Dr Hugh Robert : Sur la géographie physique de la mer de Clyde et sur la salinité et la composition chimique de ses eaux. Résumons brièvement quelques-uns des résultats qui comprennent trois années d'observations. Le mois où la chute de pluie est maximum est le mois de janvier, celui où elle est minimum, le mois de mai, aussi la quantité de sel que contient l'eau varie avec la saison; l'eau est moins salée au mois de février, et elle l'est le plus au mois de juillet ou d'août. L'eau de rivière qui tombe dans la mer est constamment mélangée avec l'eau de mer par l'action combinée des marées et du vent, qui créent des courants verticaux. Le mémoire se termine par une indication de la composition chimique de l'eau.

2^o SCIENCES NATURELLES. — Le Dr Berry Haycraft communique quelques expériences prouvant que le déplacement du cœur qu'on supposait, à l'époque d'Harvey, se produire à chaque contraction, n'a en réalité pas lieu dans la poitrine tant qu'elle n'est pas ouverte, et que les diagrammes donnés par le cardiographe ont été mal interprétés par les physiologistes. Le cœur se dilate et se contracte; mais il y a dilatation et contraction simultanée de tous ses diamètres, contrairement à une opinion admise par plusieurs. Si on ouvre la poitrine d'un animal supposé étendu sur le dos, au moment de l'expansion, le cœur, étant séparé de ses attaches, tombe, en vertu de son poids, vers le dos, et au moment de la contraction musculaire il est au contraire ramené vers la partie antérieure de la poitrine. Si on couche l'animal sur le côté le même phénomène se produit et l'on sent le battement du cœur sur le côté opposé. Mais le diagramme du cardiographe tel qu'il est interprété d'ordinaire montrerait que la paroi de la cage thoracique est pressée vers l'extérieur par le contact du cœur pendant la contraction. Le Dr Haycraft assure que cela tient à la déformation du cœur par la pression de la paroi de la cage quand le bouton du cardiographe est appuyé contre l'intérieur de la poitrine. Le premier effet de la contraction musculaire est d'accroître la pression en ce point, ce qui donne au cardiographe l'indication d'un accroissement de pression. Cette indication est diminuée notablement quand le cardiographe est aussi léger que possible. Quant aux sinuosités que présentent les diagrammes, elles ne tiennent qu'à l'instrument, et sont dues à l'inertie du cardiographe.

Séance du 1^{er} juin 1891.

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. Tait communique un mémoire du professeur Piazzi Smyth et sur deux séries de photographies du spectre solaire, l'une dans le spectre visible, l'autre dans l'ultraviolet. Les observations s'étendent à une distance considérable dans la partie invisible : la première série comprend 60 planches; la série actuelle en a 12 de plus, ajoutées dans la région du violet. Les photographies s'accordent avec celles du professeur Rowland pour prouver que la ligne « petit d » est absolument absente du spectre du soleil, ou du moins n'y a qu'une importance insignifiante. M. Tait communique un mémoire du professeur C. G. Knott sur les relations entre le magnétisme et la torsion dans le fer, le nickel et le cobalt. La deuxième partie du mémoire est la continuation des expériences précédentes de l'auteur sur la torsion produite dans les métaux magnétiques sous l'influence combinée d'une magnétisation longitudinale et transversale¹. Une tige rectangulaire de nickel ou de cobalt se tord en vis sinistrouse quand le courant qui produit l'aimantation transversale traverse la tige dans le sens de

¹ L'auteur emploie le mot *circular magnetisation*. Nous adoptons en français l'expression d'aimantation *transversale*, due à M. Janet.

la magnétisation longitudinale. Le fer se tord en vis à droite à moins que des champs intenses ne soient employés. Dans le cas du nickel il n'y a pas de renversement du sens de la torsion quand on a recours à des champs intenses, mais on peut atteindre au maximum. La grandeur de la torsion produite par le renversement d'un des champs magnétiques dépend de celui des deux champs dont on change le signe. En général le renversement du champ longitudinal produit l'effet le plus considérable ; mais le fer et le nickel, dans des champs faibles, prennent une torsion plus grande, quand c'est le courant producteur de l'aimantation transversale que l'on renverse. L'hystérésis joue un rôle considérable dans tous ces phénomènes. Dans la seconde partie, on montre l'exactitude de l'expression donnée dans la première partie pour la torsion en fonction de l'allongement dans un tube à minces parois de rayon donné. La troisième partie contient une discussion des effets magnétiques de la torsion d'un fil aimanté, plus spécialement d'un fil aimanté transversalement. Les cas particuliers dans lesquels le changement magnétique persiste après la torsion, ou disparaît avant elle, sont complètement discutés. L'effet dépend de l'intensité du courant, de la grandeur de la torsion, et de la grandeur de la vibration à laquelle est soumis le fil. La polarisation magnétique longitudinale acquise quand on tord un fil parcouru par un courant se montre élevée en comparaison de l'intensité magnétique induite sur la circonférence du fil. Cela semble indiquer l'existence de groupements moléculaires dont la configuration s'altère quand ils sont soumis à des changements de tension ou de force magnétique. L'effet qu'on observe quand on soumet à la torsion un fil qui paraît démagnétisé, consiste dans ce fait qu'il reste une polarité rémanente et alternée. Une tension qui agit différemment sur ce magnétisme rémanent produira des effets magnétiques intenses. De ses propres expériences et de celles des autres observateurs, le Dr Knott conclut que le premier effet d'un effort de cisaillement sur les groupements moléculaires n'est pas seulement d'augmenter l'intensité magnétique dans la direction de la force magnétique déjà existante, mais en outre d'amener une prédominance d'intensité, relativement considérable, dans une direction rectangulaire à la précédente. — Le Dr Buchan communique une note de MM. R. T. Osmond et A. Ranhin, de l'observatoire de Ben Nevis, sur le vent en ce point. La détermination exacte des vents du Nord n'est pas très exacte à cause des montagnes. Un des résultats nombreux que nous signalerons est le suivant : La distribution des pressions au niveau de la mer et au niveau de Ben Nevis (à 4.400 pieds) ont des directions entièrement différentes. La distribution de la pression barométrique vraie qui s'étend sur le nord de l'Atlantique et le nord-ouest de l'Europe et qui régit les vents de la surface sur toute cette aire, ne doivent pas dans cette contrée étendre leur action à une hauteur verticale dépassant un mille.

2^e SCIENCES NATURELLES. — Dr Griffiths : sur le sang des invertébrés. — M. Kidston lit un mémoire sur les plantes fossiles des houillères de Kilmarnock, de Galston et de Kilwinning, à Ayrelaire.

W. PEDDIE,
Docteur de l'Université.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 30 mai 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. F. van den Berg : Sur la méthode d'approximation des racines des équations dites de Newton.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. W. Bakhnis Roozeboom : La dissolubilité des mélanges isomorphes. On obtient en général une dissolution de constitution déterminée, si deux sels se trouvent en excès dans la même matière dissolvante, p et t étant constantes. Cependant, si les deux sels sont capables de former un

sel double ou s'ils sont isomorphes, on peut obtenir des dissolutions de constitution différente. L'auteur a montré autrefois qu'on explique les phénomènes dans le premier cas en envisageant le sel double comme une phase simple. A présent il s'occupe du second cas, celui des sels isomorphes, où la constitution de la dissolution dépend de plus du montant de l'excès des deux sels dans l'état solide. Il réfute l'opinion de M. Duhem (voir *Le potentiel isodynamique* de ce savant) basée sur la supposition que pour les sels isomorphes, il y a égalité de potentiel à l'état solide et à l'état dissous. Avec M. J. N. Retgers (voir la *Revue* du 30 mars 1891, p. 206), il considère les cristaux qui se précipitent dans les dissolutions de sels isomorphes comme des mélanges entièrement homogènes ou des « dissolutions solides ». La possibilité de l'ionisation des sels dans la dissolution s'étant opposée à l'application de la formule de M. Planche, l'analogie avec la marche générale de la formule de M. Konowalow peut guider le raisonnement. Enfin le cas particulier des deux sels isomorphes TiClO_3 et KClO_3 est examiné en détail. — Sont nommés rapporteurs pour un mémoire de M. J. Meyers avec le titre : « Sur la constitution du chlorure de chaux », MM. J. M. van Bemmelen et Ed. Mulder.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. W. F. R. Suringar présente la thèse de M. J. van Breda de Han : L'anatomie du genre *Melocactus*. — M. K. Martin présente un mémoire de M. H. van Capelle avec le titre : Résultats géologiques de quelques forages du sol à Havelte. — M. J. M. van Bemmelen offre un exemplaire d'un mémoire qu'il a publié dans le journal : « Die landwirthschaftlichen Versuchstationen » (t. 37, 1890). — M. Stokvis offre la traduction de son discours à Berlin en 1890 « La thérapie comparée. »

SCHOUTE,
Membre de l'Académie.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 14 mai 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. E. Weyr : « Sur les involutions de degré supérieur. »

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Lampa : « Sur l'absorption de la lumière par les milieux troubles. » Les milieux troubles laissant passer de la lumière de diverses longueurs d'onde en diverses proportions, Clausius, appliquant les lois de la réfraction et de la réflexion de la lumière aux milieux troubles, donne la formule :

$$J = J_0 e^{-\kappa \lambda^{-2} l}$$

tandis que la théorie de lord Rayleigh, qui suppose que les lois ordinaires de la réfraction et de la réflexion ne sont plus applicables au cas où les particules diffusantes sont petites par rapports aux longueurs d'onde et qui regarde les particules diffusantes comme des centres d'ébranlement, arrive à la formule

$$J = J_0 e^{-x_1 \lambda^{-1} l}$$

J est l'intensité de la lumière transmise, J_0 de la lumière incidente, λ la longueur d'onde, κ et x_1 , des constantes et l l'épaisseur traversée. Pour distinguer entre les deux théories, on étudiait l'absorption de la lumière par une émulsion de mastic dont les particules étaient invisibles au microscope (à un microscope qui aurait permis de voir une grandeur de $0\mu,2$) au moyen d'un spectrophotomètre de Glau. Les nombres déduits de l'observation, (un extrait du tableau de l'auteur est donné dans les comptes-rendus) donnent raison à la théorie de Rayleigh. — M. G. Exner : « Recherches électrochimiques, première communication. » L'auteur indique une nouvelle méthode de détermination de la différence de potentiel entre deux liquides sans emploi d'électrodes pour amener le courant, puis il donne les résultats d'une nombreuse série de mesures sur la différence de potentiel des métaux avec l'eau, les solutions aqueuses de chlore, de brome et d'iode,

et les solutions à diverses concentrations, des acides halogènes dans l'eau. — M. Alfred Kraus : « Sur la formation des dérivés méthylés de l'orcine. » En traitant l'orcine par la potasse et l'iode de méthyle, on a une foule de produits difficiles à séparer. De la partie du produit brut qui est soluble dans la potasse, on peut isoler un corps cristallisé, fondant à 201°, qui est la diméthylorcine, où deux groupes méthyles sont directement liés au carbone. De la partie du produit insoluble dans la potasse on peut extraire une tétraméthylorcine, qui renferme deux méthoxyles et deux méthyles directement liés au carbone. On est arrivé aussi à avoir de l'orcine l'étherdiméthylé, qui n'avait pas encore été isolé, mais dont on connaissait un produit de substitution dibromé, et qui avec l'acide iodydrique redonne de l'orcine. — M. Kostanecki, de Berne « Sur la gentisine. » S'appuyant sur une observation de Hlasiwetz et Habermann, l'auteur a cherché l'action de l'acide iodydrique sur la gentisine, et obtenu avec l'iode de méthyle, un produit phénolique qu'il appelle la gentisine, et qui contient trois hydroxyles : on pourrait en faire aussi le triacétate. — M. Alfred Krauber. « Sur les propriétés de la méthoxylhydrazine et son action sur l'éther acétique. » — M. Fritz Kerner : « La variation de la température du sol avec l'exposition. » La comparaison des observations mensuelles faites pendant trois ans, aux huit expositions principales à deux pics du Tyrol, a donné les résultats suivants : L'exposition la plus chaude en hiver est celle du sud-ouest, celle du sud-est en été. La plus froide est l'est en hiver, dans les autres saisons, le nord. La différence des expositions entre le point le plus chaud et le plus froid atteint des valeurs angulaires extrêmes en janvier, mars, mai et octobre. L'élévation de la température du sol se fait avec la plus grande rapidité aux points exposés au nord-est, avec la plus grande lenteur au sud-ouest ; la chute de température se fait avec la plus grande rapidité au sud-est, avec la plus grande lenteur au nord-ouest.

3° SCIENCES NATURELLES. M. Oscar Loth « Sur le sérum du sang qui se coagule en masse transparente elle blanc d'œuf de poule. » — M. Franz Müller : « Contribution à l'étude de la substance nucléaire et cellulaire dans la mitose. » Il s'agissait de trancher la question entre les théories de Flemming et de Pilzner, savoir s'il y a une séparation nette entre la substance du noyau et celle de la cellule pendant certaines phases de la mitose ; les recherches faites sur des cellules du sang prouvent que c'est la première hypothèse qu'il faut adopter. — M. Weiss, à Prague : « Histoire du développement de la trichème dans l'ouverture de la corolle de la *Pinguicula vulgaris*. » — M. C. Claus : « Détail de la structure de l'œil médian des Crustacés. » — M. Adamkiewicz : « Sur l'attaque d'apoplexie. » Il arrive à cette conclusion que l'attaque d'apoplexie n'a rien de commun avec la « congestion cérébrale » et qu'elle a pour cause des lésions du cerveau, dont l'influence dépend de leur profondeur et du point où elles sont localisées.

Emile WEYR, Membre de l'Académie.

SOCIÉTÉS DIVERSES DE SAINT-PÉTERSBOURG

SOCIÉTÉ DES NATURALISTES DE SAINT-PÉTERSBOURG

Séance de mars 1891.

M. Rohon : Sur la faune ichthyologique de l'île d'Oesel : 1° à peu d'exceptions près les étages siluriens supérieurs d'Oesel possèdent déjà des représentants de l'ichthyofaune caractéristique du dévonien (placodermata, diploïdies, etc.) ; cette circonstance permet de conclure que l'on devrait chercher l'ichthyofaune primordiale dans les assises cambriennes du gouvernement de Saint-Petersbourg ; 2° examen sous le double point de vue de l'anatomie comparative et de l'histologie des espèces Céphalaspis, Tremataspis, Thyestes etc. ; comparaison de ces restes fossiles avec ceux du Ludlow anglais ; 3° l'étude approfondie de

l'anatomie et de la structure histologique du céphalo-thorax, des écailles thoraciques et caudales de Thyestes verrucosus Eichwald a permis à l'auteur d'établir avec certitude certaines relations évidentes de parenté entre celui-ci et les trilobites ; 4° Ayant constaté chez le limulus des éléments histologiques analogues à la dentine et à l'émail, il a pu découvrir le chaînon reliant les céphalaspides aux crustacés ; 5° M. Rohon, résumant ses recherches, expose d'une façon claire et précise ses vues sur l'évolution probable et la phylogénèse des vertébrés (ex crustacés). — M. Amalitzky communique l'état de ses recherches sur l'évolution phylogénétique du genre *Anthracosia*.

Séance d'avril 1891.

M. Inostranzeff : Expériences sur la torsion de roches compactes. Un cylindre de basalte de Bérestoviz en Volhynie (basalte finement grenutypique à plagioclase et base vitreuse) a été soumis à une torsion lente et prolongée au moyen d'un appareil servant d'ordinaire à la détermination du coefficient de torsion des métaux. Le cylindre résista pendant un temps assez long à l'effet de torsion lentement augmenté et donna lieu, dans l'appareil enregistreur, à une courbe d'un degré 15 minutes, mais céda bientôt en se cassant à la manière de la fonte grise. Des plaques minces taillées parallèlement à la cassure ne présentèrent rien de particulier. — M. Prossowsky-Golitzynne fait une communication sur une excursion géologique en Crimée, entreprise par lui l'année dernière. C'est le massif éruptif du mont Karadagh qui avait attiré spécialement son attention. Tandis que plusieurs autres massifs de roches éruptives en Crimée se présentent habituellement sous forme de laccolites bien caractérisés, celui du mont Karadagh fait exception à cette règle ; c'est évidemment le noyau érodé d'un ancien volcan composé de roches éruptives accompagnées de brèches volcaniques et de déjections détritiques. Toutes ces roches se rapprochent plus ou moins des types andésitique et trachytique. — M. Kroustchoff expose les résultats de l'étude optique et chimique d'un feldspath provenant d'une roche granitique globale de l'Altai. Ce plagioclase offre une structure polysynthétique maculée suivant la loi de l'albite. Dans une plaque mince suivant P (001) l'extinction ne s'écarte que d'un angle tout à fait insignifiant de la trace du plan des macules ; dans une préparation suivant M (010) l'extinction est de même presque parallèle à la trace du clivage P (001). L'analyse chimique permet d'en conclure la composition moléculaire, c'est-à-dire 29 parties d'anorthite + 71 parties d'albite. Or, ce mélange isomorphe correspond au point d'intersection des deux courbes (l'une contenant les extinctions sur P (001) et l'autre celles sur M (010) de la série feldspathique) d'après l'épure de M. Schuster.

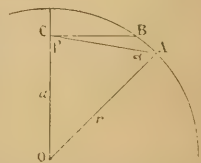
SOCIÉTÉ IMPÉRIALE MINÉRALOGIQUE DE SAINT-PÉTERSBOURG

Séance d'avril 1891.

M. Mouchkétoff lit une communication envoyée par M. Kondratieff sur les gîtes plombifères dans le Couban au Caucase. — M. Fédoroff lit une note très intéressante sur la théorie des tremblements de terre :

O étant le centre de la terre, C le centre du tremblement, A un point quelconque sur la surface de la terre, nous aurons : $\sin \alpha = \frac{d}{r} \sin \rho$, où a et r sont des valeurs

constantes ; Si $\rho = \frac{\pi}{2}$, alors $\sin \rho$ acquerra un maximum en même temps que $\sin \alpha$; par conséquent, la valeur maxima de la composante horizontale du choc se trouvera en B. D^r K. de Kroustchoff.



CHRONIQUE

LES RÉCENTS PERFECTIONNEMENTS DE LA FILTRATION PASTORIENNE DE L'EAU

Les recherches de MM. Frankel et Piefke, ainsi que celles d'autres expérimentateurs, ont établi d'une manière absolue que la filtration par le sable laisse passer toutes les bactéries, notamment celles du choléra et de la fièvre typhoïde. On peut dire qu'un filtre de ce genre éprouve particulièrement deux pé-

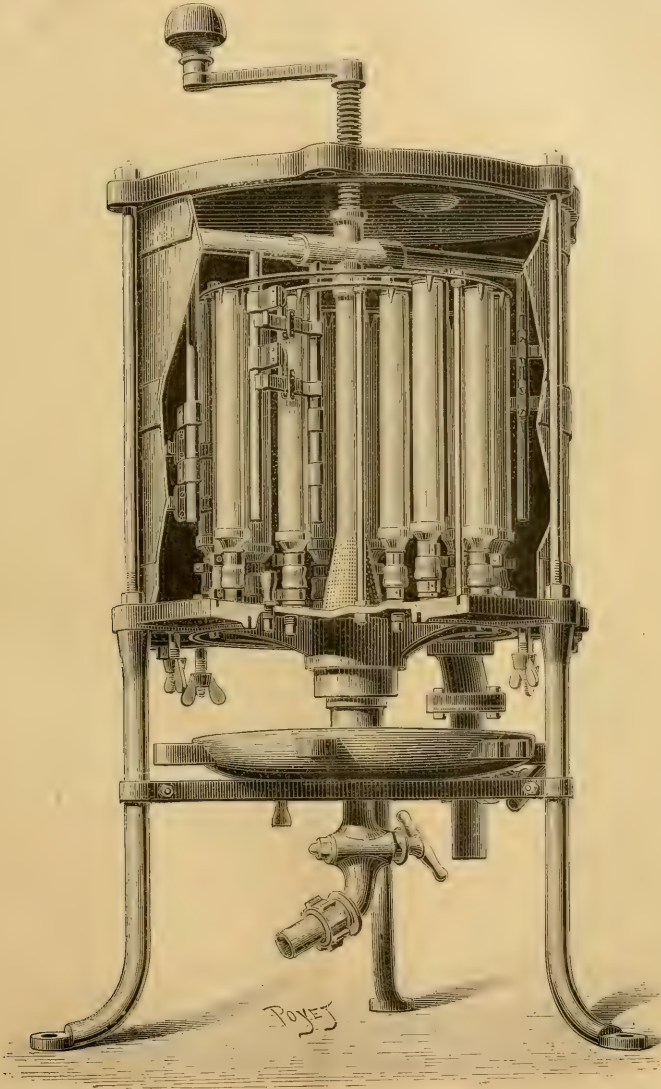


Fig. 1.

manière absolue que la filtration par le sable laisse passer toutes les bactéries, notamment celles du choléra et de la fièvre typhoïde. On peut dire qu'un filtre de ce genre éprouve particulièrement deux pé-

retenir les germes pathogènes, et celle de la fin, où le corps du filtre lui-même est arrivé à constituer un véritable milieu de culture, où l'eau, loin de se purifier

filtres au charbon ne tarde pas à contenir un nombre de germes supérieurs à celui qu'elle renferme avant son passage dans les appareils de filtration.

Ces faits nettement établis donnent la vraie cause du succès rencontré, près des hygiénistes, par les filtres à parois fixes, dont la bougie Chamberland est le type le plus parfait. Mais en raison même de la perfection du filtrage, elle s'encrasse rapidement; surtout le débit éprouve une réduction considérable lorsqu'elle est appelée à fonctionner sous pression; les nettoyages doivent donc être fréquents; mais, comme chaque bougie doit être démontée pour subir cette opération, elle est exposée au bris ou à la fêlure, malgré tous les soins qu'on peut y apporter, et les filtres ainsi constitués exigent une surveillance toute spéciale du personnel supérieur des services d'hygiène dans les grandes agglomérations (casernes, lycées, etc.), sous peine de n'obtenir qu'une sécurité trompeuse.

Ces inconvénients ne pouvaient être évités que par un nettoyage mécanique exécuté d'une manière assez souple pour supprimer les dangers de bris ou de fêlure et sans nécessiter le démontage des corps filtrants. Ces desiderata sont complètement réalisés à l'aide du nettoyeur mécanique inventé par M. O. André, ingénieur-constructeur. De plus, un dispositif très simple permet de s'assurer à tout moment de l'état de chaque bougie et d'isoler, au besoin, toute bougie suspecte, sans interrompre le travail des autres.

Les figures 1, 2 et 3 représentent un de ces appareils appliqué sur un filtre à vingt-cinq bougies Chamberland pour les grands débits et fonctionnant sous pression.

Les bougies B sont disposées en cercles concentriques et fixées, par le bas, sur un plateau de fond, à l'aide de têtes en bronze *b*; la jonction entre les têtes et les bougies s'effectue au moyen de tubes en caoutchouc serrés par deux petits colliers. On fixe la partie supérieure des bougies par une calotte en caoutchouc, surmontée d'une pointe en ébonite, qui s'engage dans le trou correspondant d'un anneau métallique N. Le montage ainsi réalisé est assez élastique pour permettre d'exercer sur les bougies un brossage énergique sans les exposer à la casse ou à la fêlure.

L'eau filtrant de l'extérieur à l'intérieur des bougies, celles-ci déversent leurs jets dans un collecteur E, qui pendant le fonctionnement est appliqué contre le plateau de fond par des boulons à oreilles. En faisant ce collecteur en verre, on peut se rendre compte, à l'inspection des jets, de l'état de chacune des bougies. Si un jet trop abondant rend l'une d'elles suspecte, il suffit pour l'isoler de démonter le plateau et d'obturer le téton correspondant à l'aide d'un petit bouchon à vis. L'isolement des bougies suspectes peut ainsi se faire à tout moment, sans démonter l'appareil et par suite sans interrompre son fonctionnement.

Le nettoyeur est constitué par une sorte de peigne Tt, dont les dents sont représentées par des tubes verticaux *t*, fermés à leur bout inférieur, percés latéralement de petits trous, et interposés entre les cercles de bougies. Chacun de ces tubes porte en outre une série de petits frotteurs élastiques *h* en forme d'Y. La branche verticale du nettoyeur s'engage dans le presse-étoupes central du plateau de fond. Elle se prolonge à la partie supérieure par une tige filetée K passant par l'écrou Q du couvercle et recevant la manivelle M. La paroi inférieure du tube central est percée d'une couronne de trous Z, qui se démasquent pendant que le filtre fonctionne (la vis est alors en haut de course), et qui disparaissent dans le presse-étoupes dès que le nettoyage commence.

Pour cette opération, on donne, après avoir vidé l'appareil, plusieurs tours de manivelle dans les deux sens : les frotteurs, grâce au mouvement hélicoïdal dont ils sont animés, touchant successivement tous les points des bougies, qui sont ensuite rincées par les jets cinglants sortant des tubes *t*.

Toutefois le brossage par les frotteurs souples ne

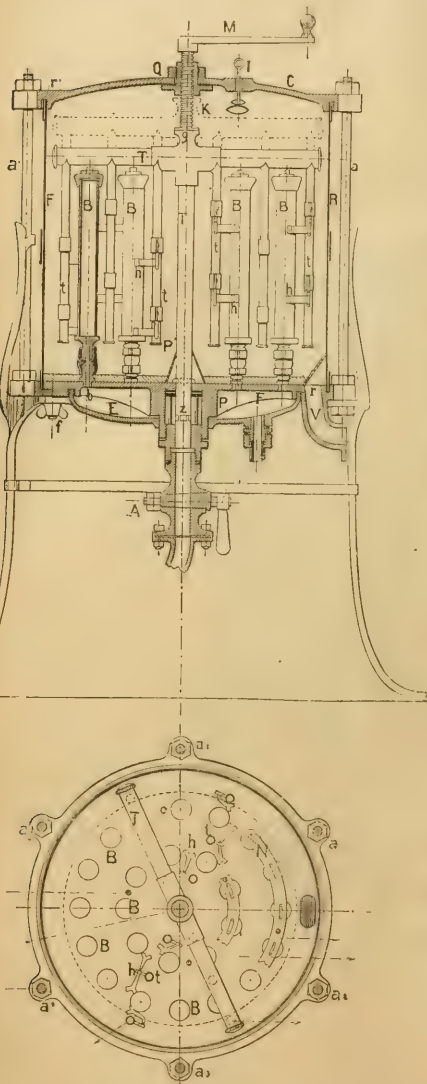


Fig. 2 et 3.

au point de vue bactériologique, tend à se contaminer de plus en plus.

Ces conditions se présentent dans tous les filtres à parois mobiles, c'est-à-dire dans tous ceux où la couche travaillante est constituée par des corps plus ou moins pulvérulents, et les expériences classiques de Frankland ont en particulier démontré que l'eau traitée par les

suffirait pas pour obtenir un nettoyage complet : il tendrait plutôt à étaler à la surface des bougies les matières glaiseuses déposées par l'eau. Pour éviter cet inconvénient, on jette dans le liquide même à filtrer des grenailles de liège, qui viennent, sous l'impulsion communiquée à l'eau par la rotation du nettoyeur, rouler entre les branches des Y et la surface des bougies. Un tamis P, placé au-dessus du presse-étoupes P,

sisseur. Les impuretés de l'eau se déposent sur cette gaine, et le tout s'enlève beaucoup plus facilement sous l'action du nettoyage, que si les impuretés et en particulier les matières glaiseuses contenues dans le liquide, étaient appliquées directement sur les bougies par la pression qui règne dans l'appareil.

La figure 4, reproduite d'après une photographie, représente les bougies dans les divers états qu'elles présen-

Fig. 4. Coupe d'un filtre faisant voir le montage et les différents états des bougies

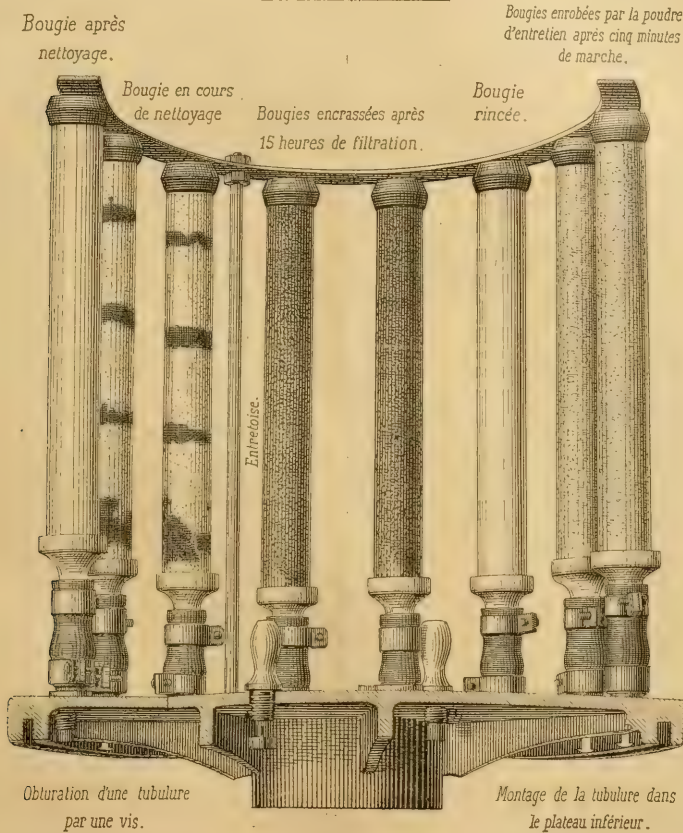


Fig. 4.

et un autre r , à l'entrée du tuyau de vidange V, arrêtent les grenailles lors du nettoyage.

On arrive ainsi à brosser et rincer très convenablement les bougies; mais ces opérations sont insuffisantes pour retrouver le débit initial que fournissent les bougies vierges.

M. André a rempli cette dernière condition, qui est le critérium du parfait nettoyage, en constituant automatiquement, sous l'influence de la pression qui existe dans l'appareil, une gaine perméable sur la surface des bougies. Il introduit, à cet effet, après chaque nettoyage, une quantité très faible (15 à 20 grammes) d'une poudre inerte (silice pure), qui vient enrôber les surfaces filtrantes et constitue ainsi une sorte de dégras-

sant pendant la filtration, au cours du nettoyage et après l'opération.

Le diagramme ci-joint, fig. 5, permet de se rendre compte des résultats obtenus par les perfectionnements successifs apportés au système de nettoyage des bougies. Il est établi de la manière suivante : les ordonnées représentent le nombre de secondes au bout duquel on peut obtenir 1 litre d'eau dans un filtre de 25 bougies avec une pression uniforme de 20 mètres, et les abscisses, les temps, comptés en quarts d'heure, auxquels ont été faits les essais.

Ainsi, par exemple, la courbe E montre qu'au début de l'expérience, il suffisait de 39 secondes, mais qu'il en fallait 120 après une heure et demie de travail pour

recueillir 1 litre d'eau filtrée. L'eau sur laquelle on a opéré est de l'eau de Seine prise dans la canalisation de la ville de Paris.

Les courbes A, B, C, montrent combien le débit était relativement faible en 1886, 1888 et 1889, alors qu'on n'employait, pour le nettoyage, que les jets cinglants. Il augmente sensiblement en 1890, au début de l'opération, avec les frotteurs en caoutchouc (courbe D), et les frotteurs munis de brosses (courbe E), mais le ralentissement s'accroît très rapidement; il en est encore de même avec l'adjonction de cendres aux brosses (courbe K).

En fait, le débit des bougies nettoyées par ces moyens, est toujours inférieur, aussi bien comme quantité que comme constance à celui des bougies neuves sans aucune addition (courbe K).

Au contraire, la courbe G (nettoyage avec grenailles de liège et poudre) se rapproche très sensiblement de la courbe K des bougies neuves.

Enfin la courbe H des bougies neuves avec poudre et la courbe I des bougies nettoyées avec poudre et cendres se confondent sensiblement pendant trois heures et demie, et, à partir de ce moment, la seconde semble devoir correspondre à une plus grande constance dans le débit que la première.

L'influence de l'introduction des grenailles de liège et de la poudre inerte dans l'eau à filtrer, sur la constance du débit, est donc établie d'une manière décisive,

et l'on peut affirmer que, grâce aux divers procédés décrits ci-dessus, le nettoyage est aussi parfait que possible.

D'autre part la rapidité avec laquelle il peut être effectué, et le retour immédiat des bougies au débit initial donnent à l'appareil une souplesse de débit des plus précieuses. Car il suffira d'augmenter le nombre des nettoyages pour accroître la quantité d'eau fournie par vingt-quatre heures, et si l'on a besoin à un moment déterminé d'un débit important, sans employer de réservoir, on n'aura qu'à faire un nettoyage quelques minutes auparavant.

Des expériences directes ont démontré d'ailleurs que l'usure des bougies et des caoutchoucs est à peu près nulle après un travail prolongé pendant plusieurs années.

L'appareil nettoyeur de M. O. André a fait l'objet d'un Rapport officiel de M. le Dr Netter au Comité consultatif d'Hygiène publique de France. Ce rapport constate les avantages énumérés ci-dessus et que nous résumons brièvement: simplicité de fonctionnement qui permet de le confier à des mains quelconques; suppression des chances de bris et de fêlure des bougies; contrôle et isolement faciles de chacune d'elles sans interrompre le fonctionnement des autres; accroissement et souplesse du débit; usure insignifiante de l'appareil.

G. A. RENEL,
Ingénieur civil.

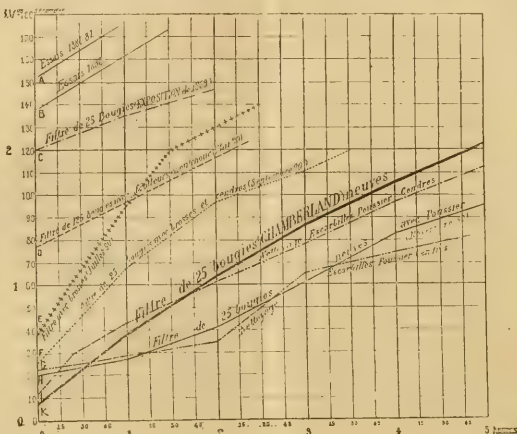


Fig. 3.

NOUVELLES

Nous avons le plaisir d'annoncer à nos lecteurs que notre éminent collaborateur, M. H. Moissan, a été élu lundi dernier membre de l'Académie des Sciences, en remplacement de Cahours.

Aux termes du legs fait au Collège royal des physiciens d'Edimbourg par feu le Dr John Parkin, membre du collège, un prix est offert dans les conditions suivantes, au meilleur essai :

Sur les effets curatifs du gaz acide carbonique et les autres formes du carbone sur le choléra, les diverses espèces de fièvres, et les autres maladies.

Le prix est de la valeur de cent livres sterling, et le concours est ouvert aux concurrents de toute nation.

Les essais envoyés pour le concours doivent être rédigés en anglais, et reçus par le secrétaire au plus tard le 31 décembre 1892. Chaque essai doit porter une devise, et être accompagné d'un pli cacheté portant à l'extérieur la même devise et à l'intérieur le nom de l'auteur. — L'auteur du mémoire couronné devra le publier à ses frais, et en présenter un exemplaire imprimé au collège dans l'espace de trois mois après que le prix lui aura été décerné.

La Société française d'Hygiène avait mis au concours pour 1891 la question : Des soins à donner, avant l'ar-

rivée du médecin, aux personnes victimes d'accidents sur les voies publiques ou dans les travaux industriels.

Vingt-sept mémoires, tous très bien exposés, ont été envoyés au Concours. La Commission du jury d'examen, présidée par M. le professeur Peter, vient de décerner les récompenses suivantes :

MÉDAILLES DE VERMEIL

Dr A.-F. PLICQUE, médecin-adjoint de la Compagnie du Nord, ancien interne des hôpitaux, (n° 7).
M. Henri C. BOUDAILLE, externe des hôpitaux, ancien interne des Ambulances urbaines, (n° 19).

MÉDAILLES D'ARGENT

Dr A. COURTADE, ancien interne des hôpitaux de Paris, à Thiers (Puy-de-Dôme), (n° 17).
M. A. QUINARD, pharmacien de 1^{re} classe, membre du Conseil d'hygiène de Beaune (Côte-d'Or), (n° 3).

MÉDAILLES DE BRONZE

Dr MARCO VENANTI, à Florence (Italie), (n° 24).
Dr SEJOURNET, lauréat de l'Académie de médecine, à Revin (Ardennes), (n° 12).
Dr O. SAINTU, à Paris, (n° 6).
M. H.-B. LABENAUDIE, élève en pharmacie, à Tulle (Corrèze), (n° 23).
Dr Luigi GASPARINI, à Gannaziga, province de Bergame (Italie), (n° 9).

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LES ORIGINES DU TRAIT DE PERSPECTIVE

PIETRO DELLA FRANCESCA ET SON ÉCOLE; ALBERT DURER ET COMMANDIN

Les anciens se sont beaucoup occupés de la science générale des aspects (*opticus, ars bene videndi, ...*), mais ils ne nous ont rien laissé sur le problème qui consiste à construire graphiquement la perspective linéaire d'un objet, étant données les positions relatives de cet objet, du tableau et du point de vue.

Il faut arriver jusqu'au milieu du ^{xv}e siècle pour rencontrer la première solution exacte de ce problème. On attribue cette solution à Pietro della Francesca qui, né en 1399 au bourg du Saint-Sépulchre, en Toscane, décora le palais d'Urbain et peignit au Vatican des fresques que remplacèrent un peu plus tard celles de Raphaël. Ses tableaux, parmi lesquels on cite particulièrement une *Résurrection* et un *Songe de Constantin*, étaient fort appréciés de ses contemporains; on y admirait surtout de savants effets de raccourci et une habile distribution des clairs et des ombres.

Vasari nous apprend que Pietro avait, dans sa vieillesse, composé, sans les publier, plusieurs livres intéressants sur la géométrie et sur la perspective, et qu'après sa mort, en 1484, ces écrits tombèrent entre les mains d'un disciple indélicat, Fra Lucas di Borgo, qui se les appropriait et osa les faire imprimer sous son propre nom. Cet ouvrage, où l'on remarquait, dit-on, plusieurs figures gravées d'après des dessins de Léonard de Vinci, est devenu très rare, et, en réalité, nous ne connaissons les tracés de Piétro et de son école que par les productions du chanoine Viator et de l'architecte Serlio.

Avant de faire connaître ces tracés, il convient, pour les rendre intelligibles et pour éviter des redites fastidieuses, de donner quelques définitions, d'ailleurs fort simples.

I

Nous désignerons par OX le bord horizontal inférieur du tableau (fig. 1), par OZ le bord vertical

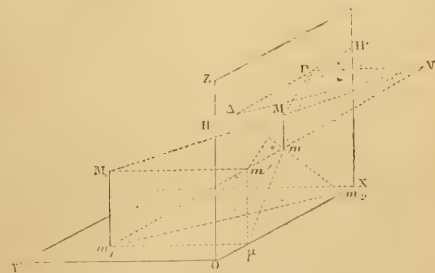


Fig. 1.

de gauche et par OY la perpendiculaire au tableau élevée par le point O et située en arrière de ce plan.

M_1 étant un point quelconque de l'espace, nous appellerons respectivement *largeur*, *éloignement* et *hauteur* les coordonnées $O\mu_1$, $\mu_1 m_1$, $m_1 M_1$ de ce point par rapport aux trois axes rectangulaires OX, OY, OZ; il est clair que, pour mettre un objet en perspective, il faut connaître les coordonnées de chacun

de ses points. De plus, comme la perspective d'un point M_1 est la trace M sur le tableau du rayon visuel VM_1 qui joint l'œil V du spectateur au point considéré M_1 , il faut aussi connaître les coordonnées de l'œil par rapport aux mêmes axes, ou, ce qui revient au même, la projection orthogonale P du point de vue V sur le tableau, ainsi que l'éloignement PV de ce point de vue. On donne au point P le nom de *point principal*, à l'éloignement PV le nom de *distance*, et à l'horizontale HH' du tableau, menée par P , le nom de *ligne d'horizon*. Enfin on appelle *point de distance* le point Δ que l'on obtient en portant sur la ligne d'horizon à partir du point P , du côté de ce point où on a le plus de place, une longueur $P\Delta$ égale à la distance VP .

II

Ces préliminaires établis, voici le trait de Piétro, tel qu'il est décrit, fort clairement d'ailleurs, mais sans explication théorique, dans l'ouvrage publié par Viator en 1509.

Après avoir placé sur le tableau le point principal P , la ligne d'horizon HH' et le point de distance Δ (fig. 2), on porte, à partir du point O ,

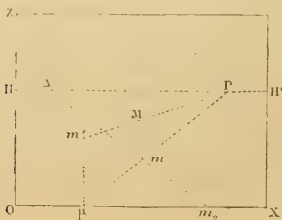


Fig. 2.

sur la base OX du tableau, la largeur Op , puis à la suite l'éloignement μm_2 du point M_1 que l'on veut mettre en perspective. On joint l'extrémité μ de la largeur au point principal P , et l'extrémité m_2 de l'éloignement au point de distance Δ . L'intersection m des droites μP et $m_2 \Delta$ est la perspective, non pas du point considéré M_1 , mais (fig. 1) de sa projection m_1 sur le plan horizontal YOX qui prend le nom de *géométral*. Pour passer de la perspective m du point m_1 (fig. 2), à la perspective M du point M_1 , on porte la hauteur en $\mu m'$, à partir du point μ , sur la verticale de ce point, et l'on prend l'intersection M de la verticale du point m et de la droite $m'P$.

L'explication de ce trait est fort aisée de nos jours; elle résulte immédiatement de la notion du point de fuite d'une droite; on entend par là la perspective du point situé à l'infini sur la droite; c'est par conséquent le point où la parallèle menée par l'œil à cette droite perce le tableau. Comme VP (fig. 1) est perpendiculaire au tableau et que Δ

est une horizontale formant avec ce plan un angle de 45° , on voit que le point principal P est le point de fuite de toutes les droites normales au tableau, et que le point de distance Δ est le point de fuite des horizontales inclinées à 45° sur le tableau et dirigées de gauche à droite ou de droite à gauche suivant que le point Δ est à gauche ou à droite de P . Ces remarques faites, imaginons, par la projection horizontale m_1 du point considéré M_1 , deux droites situées dans le géométral, l'une $m_1 \mu$ perpendiculaire à la base du tableau, l'autre $m_1 m_2$ dirigée de droite à gauche et faisant un angle de 45° avec cette base OX . La première, rencontrant le tableau au point μ , a pour perspective $P\mu$ (fig. 2); et la seconde, rencontrant le tableau en m_2 , a pour perspective Δm_2 ; l'intersection m de $P\mu$ et de Δm_2 est donc la perspective de m_1 . Quant à la perspective du point M_1 , elle doit appartenir à la verticale du point m , puisque les verticales restent verticales en perspective; elle doit appartenir aussi à la perspective de la perpendiculaire abaissée de M_1 sur le tableau; or la perspective de cette droite est Pm' , puisque le point où le tableau rencontre cette perpendiculaire a même largeur et même éloignement que le point M_1 , et, par suite, n'est autre que le point m' défini dans l'alinéa précédent.

Certes, ces considérations sont fort simples! Mais si facile qu'elle nous paraisse, cette théorie n'est point celle qui a conduit au tracé de Piétro. Trop savante pour l'époque, elle suppose, sur les points de fuite, des notions qui ne devaient se faire jour qu'un siècle plus tard. Aussi bien, le trait de Piétro est trop parfait pour avoir été créé tout d'une pièce. Mais par quelle série de considérations y est-on parvenu? Et surtout, comment le point de distance s'est-il introduit indépendamment de la propriété dont il jouit d'être le point de fuite des horizontales à 45° ? Telles sont les questions auxquelles nous avons l'intention de répondre. Qu'on nous permette toutefois d'ajourner un moment cette réponse; exposée prématurément, notre opinion risquerait de ne paraître que plausible, tandis que l'étude préalable de l'ouvrage de Serlio fournira à notre thèse des arguments irrésistibles.

III

Serlio, né à Bologne en 1475, est mort en 1551 à Fontainebleau où il avait été appelé par François I^{er} et où il a construit la grande cour du palais qui avoisine la pièce d'eau. Cet éminent architecte n'avait que fort peu de géométrie, ce qui, comme disait Pascal parlant du chevalier de Méré, est assurément « un grand défaut ». Dans la partie de son livre qui concerne la perspective, Serlio ne fait que rapporter, et parfois d'une

manière incorrecte ou incomplète, les tracés en usage dans l'école de Pietro.

Nous voulons seulement ici appeler l'attention sur le problème qui consiste à faire la perspective d'un carré horizontal vu de front. Le carré ainsi disposé est sans contredit l'une des premières figures dont on ait cherché la perspective, d'abord parce qu'il se présente fréquemment dans la pratique, puis, parce qu'on l'emploie souvent comme figure auxiliaire à laquelle on rattache d'autres figures dont on simplifie de la sorte la mise en perspective. La solution est immédiate quand on sait que les points de distance sont les points de fuite des horizontales à 45° et par conséquent des diagonales du carré ABCD placé comme nous le supposons. ab étant (fig. 3) la perspective donnée du côté de front antérieur, il suffit, après avoir tiré Pa et Pb , de mener $a\Delta$ qui, par sa rencontre avec Pb , donne la perspective c du sommet C opposé à A; la parallèle à ab menée par c fournit ensuite la perspective d du quatrième sommet.

Serlio procède autrement. Après avoir tracé Pa et Pb , il joint le point a , non pas au point Δ , mais à un point λ obtenu en prolongeant ab d'une longueur bi égale à la distance et projetant le point i sur la



Fig. 3.

ligne d'horizon HH'. Ce tracé est fautif; la figure abc_d , ainsi trouvée est bien la perspective d'un carré horizontal vu de front, mais pour un observateur placé à la distance $P\lambda$ et non pas à la distance bi ou $P\Delta$.

Il est vrai que dans un autre passage de son livre Serlio donne un tracé exact fondé sur l'emploi du même point λ . Ce trait consiste (fig. 4) à prendre

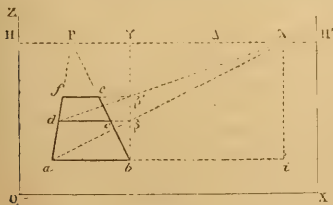


Fig. 4.

l'intersection β de $a\lambda$ avec la perpendiculaire $b\gamma$ abaissée par le point b sur la ligne d'horizon, puis

à mener par ce point β la parallèle βed à ab . Mais il se trompe ensuite lorsqu'il veut placer sur cd un nouveau carré situé en arrière du premier; il joint $d\lambda$ et, par l'intersection β' de $d\lambda$ avec $b\gamma$, il mène $\beta'ef$ parallèle à ab .

Pour montrer que la construction du premier carré ABCD est juste et que celle du second CDEF est fautive, proposons-nous le problème suivant:

Étant donnés (fig. 5) le point P, le point de distance Δ , une horizontale de front ab et une perpendiculaire $\gamma\omega$ à la ligne d'horizon HH', trouver sur HH' un point λ tel que, si l'on tire Pa , Pb , $a\lambda$, et si, par l'intersection β de $a\gamma$ et de $d\lambda$, on mène βed parallèle à ab , la figure $abcd$ soit la perspective d'un carré horizontal.

On obtient le point cherché λ en construisant d'abord la perspective $abcd$ du carré ABCD à l'aide

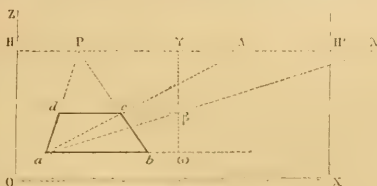


Fig. 5.

de la perspective $a\Delta$ de la diagonale AC, puis en prenant l'intersection β de $d\omega$ et de $\gamma\omega$ et menant $a\beta$, jusqu'à sa rencontre avec HH'.

Or la figure donne les proportions :

$$\frac{\gamma\lambda}{a\omega} = \frac{\beta\gamma}{\beta\omega} = \frac{cP}{cb} = \frac{P\Delta}{ab},$$

d'où résulte la formule :

$$\gamma\lambda = \frac{P\Delta}{ab} a\omega.$$

Donc, si $a\omega = ab$, on a $\gamma\lambda = P\Delta$, ce qui justifie le tracé de Serlio pour le premier carré $abcd$. Mais si $a\omega$ est plus grand que ab , $\gamma\lambda$ sera plus grand que $P\Delta$, ce qui prouve la fausseté du trait relatif au second carré $cdef$, car alors $d\beta$ étant supérieur à dc (fig. 4), $\gamma\lambda$ devrait être supérieur à $P\Delta$, tandis qu'il lui est égal dans le tracé de Serlio.

IV

D'après ce que nous venons de voir dans l'ouvrage de Serlio, il existait dans l'École de Pietro, à côté du trait indiqué par Viator pour la perspective du carré, un autre trait classique d'une exactitude incontestable. Dans l'un on fait intervenir le point de distance Δ ; dans l'autre on emploie un autre point λ de la ligne d'horizon. De ces deux traits que nous désignerons respectivement par (Δ) et (λ) , quel est le plus ancien? C'est

étant toujours le géométral. Les figures 9 et 10 sont relatives aux perspectives AA₁ et AB, d'un bâton vertical et de son ombre sur le sol; elles s'expliquent d'elles-mêmes après ce que nous avons dit ci dessus : (*s, s'*) est le point lumineux, (*a, a' a'*) le bâton, *ox* le tableau, qui est ici de profil; enfin (*v, v'*) est le point de vue, situé dans le plan vertical de projection. Après avoir déterminé, sur



Fig. 9 et 10.

la figure 9, l'ombre *ab* ainsi que les intersections du tableau et des rayons visuels aboutissant aux points (*a, a'*) (*a, a'*) (*b, b'*), on passe à la figure 10; on prend *ox*, *ox*, *ox* respectivement égales aux longueurs qui portent les mêmes noms dans la figure 9; puis on mène des parallèles à *LT* par les points β' , α' , α'_1 , etc.

La disposition de Commandin est la même; seulement, au lieu de transporter le tableau ailleurs, il le fait tourner autour de la verticale *T*, jusqu'à ce qu'il coïncide avec le plan vertical de projection. La figure 11 renferme les tracés relatifs à la perspective du point quelconque (*a, a'*). (*v, v'*) est le point de vue, (*va, v' a'*) le rayon visuel du point (*a, a'*).



Fig. 11.

enfin (*x, x'*) l'intersection de ce rayon et du tableau *ox*. Par l'effet de la rotation du tableau autour de la verticale du point *T*, le point (*x, x'*) vient au point *A*, qui est la perspective demandée.

Il ne nous reste plus qu'à montrer comment de ce tracé peut résulter le trait (Δ) de Pietro, c'est-à-dire comment s'introduisent le point principal et le point de distance. Bornons-nous, pour abrégé, comme nous l'avons fait aux §§ III et IV, à

considérer un point *a* du géométral, ce qui d'ailleurs est le cas essentiel pour notre objet. (*x, x'*) est la trace du rayon visuel (*va, v' a'*) sur le tableau *ox* qui est ici de profil (fig. 12). Dans la rotation du tableau autour de la verticale du point *T*, *o* vient en *o*, *x* en *x*, et (*a, a'*) vient en un point *A* qu'on obtient en décrivant le quart de cercle αa_1 et prenant l'intersection de la verticale du point *a*, avec la parallèle à *LT* menée par *x'*.

Traçons actuellement sur le géométral l'éloignement *ac* du point *a* et par suite sa largeur *oc*. Le



Fig. 12.

plan passant par le rayon visuel du point *a* et par la droite *ac* a pour trace verticale *v'P*. Donc les points *P, A, c* sont dans l'espace sur une même ligne droite, intersection du plan considéré et du tableau. Par suite, ces points sont encore en ligne droite après la rotation; en d'autres termes, *c*, étant l'intersection de *PA* et de *LT*, on a $Tc_1 = Tc$. Mais si γ désigne le point commun à *LT* et à *v'A*, on voit que $a'\gamma$ est égal à Tc_1 puisque le rapport de chacune ces deux lignes à Ax' est égal au rapport des distances de *LT* et de $\alpha'A$ à leur parallèle commune *v'P*. De la relation $a'\gamma = Tc_1$, on déduit d'ailleurs

$$c_1\gamma = Td' = ac.$$

Cela posé, on voit que *A* est déterminé par la rencontre des deux droites $Pc_1, v'\gamma$ que l'on obtient de la façon suivante : la première Pc_1 joint le point principal *P* à l'extrémité *c*, de la largeur $o_1 c_1 = oc$; la seconde $v'\gamma$ unit le point de distance *v'* à l'extrémité γ de l'éloignement $c_1\gamma = ac$, après qu'on a porté cet éloignement à la suite de la largeur.

On reconnaît le tracé (Δ); et ainsi se trouvent confirmées nos assertions sur l'origine du trait de perspective et sur l'heureux parti que des artistes distingués savaient, trois siècles avant Monge, tirer de la doctrine des projections orthogonales.

Eugène Rouché.

Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.
Examineur de sortie à l'Ecole Polytechnique.

LA FORMATION DE LA CRAIE PHOSPHATÉE EN PICARDIE

L'une des trouvailles les plus intéressantes, et en même temps les plus fertiles en conséquences pratiques, dont se soit enrichie récemment la géologie du Nord de la France, est la découverte des gisements phosphatés de la Picardie. Sans doute, Buteux, auteur de l'*Esquisse géologique du département de la Somme*, avait, dès 1849, signalé la présence, à Beauval, d'une craie grise avec petits grains de phosphate. Plus tard, en 1853 comme en 1867, cette indication avait été précisée par M. N. de Mercey, à qui la portée industrielle du gîte n'échappait en aucune façon. Mais on ne soupçonnait pas alors la vraie valeur du sable superposé à la craie de Beauval, sable depuis longtemps exploité pour la briqueterie, et confondu par les géologues avec les sédiments sableux du terrain tertiaire inférieur. C'est seulement en 1886 que les recherches de MM. Merle et Poncin établirent que ce sable était formé principalement par du phosphate de chaux, dont il pouvait renfermer jusqu'à 80 %. Alors naquit en Picardie ce qu'il est permis d'appeler la *fièvre des phosphates*. Tandis que les terrains de Beauval acquéraient, du premier coup, un prix presque fabuleux, on se mettait, de tous côtés, à la recherche de gisements analogues, et l'on finissait par en découvrir un certain nombre, tant dans la Somme que dans l'Oise et même dans le Pas-de-Calais.

En même temps que ces trouvailles devenaient la source de fortunes inespérées, elles faisaient faire un grand progrès à la géologie du Nord de la France, en apprenant à y reconnaître, au milieu du terrain de craie blanche, la présence de termes supérieurs, qu'on ne s'était pas attendu à y trouver aussi développés, du moins sur les rives de la Somme et de l'Authie.

Notre intention n'est pas de décrire ici ces gisements. Nous dirons seulement qu'il est unanimement reconnu, conformément aux idées que M. N. de Mercey a professées le premier, que tous les dépôts de phosphate appartenaient originellement à la base de la craie *Belemnitella mucronata*, cet étage supérieur de la craie blanche parisienne, dont la localisation commençait à se prononcer dans un bassin bientôt destiné à une émergence presque complète. Formés à l'état de *craie grise*, c'est-à-dire contenant de petits grains disséminés de phosphate de chaux, les gisements ont subi plus tard des actions chimiques qui ont partiellement dissous la craie, ne laissant subsister qu'un sable phosphaté, le *sable riche*, ainsi concentré dans certaines poches privilégiées du terrain sous-jacent. Laissant de côté

le détail des phénomènes qui ont pu déterminer cette dissolution et cette concentration, occupons-nous seulement de l'origine première des gisements. c'est-à-dire du mode de formation des craies phosphatées de Picardie.

M. N. de Mercey admet¹ que des sources minérales, amenant des eaux phosphatées, sont venues, à travers les fissures de la craie blanche, jusque dans la mer où se formaient les dépôts à bélemnites, et que le phosphate de chaux ainsi produit s'est isolé en petits grains dans la masse du dépôt. Il voit une confirmation de son hypothèse dans l'alignement de la plupart des gisements sur des lignes droites qui, pour lui, sont des directions de fissures ayant livré passage aux émissions internes.

Contrairement à cette théorie éruptive ou tout au moins thermale, M. Cornet², qui a beaucoup étudié les craies phosphatées de la Belgique, suppose que ces formations résultent de la décomposition d'amas de petits poissons, comme ceux qui se forment de nos jours sur les côtes méridionales d'Arabie. Tout près de cette manière de voir doit être rangée celle de M. Ortlieb³, attribuant à la craie phosphatée une origine analogue à celle du guano, lequel résulte, comme on sait, d'une accumulation de déjections d'animaux et principalement d'oiseaux.

Enfin, un ingénieur qui a pris une part active à l'exploitation des phosphates des environs de Doullens, M. Lasne⁴, a proposé récemment une théorie purement chimique, qui repousse aussi bien l'intervention des phénomènes éruptifs que celle de la vie organique. Les analyses de M. Lasne lui ont permis de constater que le fluor, qu'on avait jusqu'alors négligé de rechercher, existe dans tous les phosphates de la Somme, et que, de plus, la proportion du fluorure de calcium à l'acide phosphorique y est constante, les équivalents des deux corps s'y trouvant dans la proportion de 1 à 3. Or cette proportion est précisément celle qui est réalisée dans le fluophosphate de chaux minéral, si répandu, sous le nom d'*apatite*, dans la plupart des roches d'origine interne.

Partant de cette observation, M. Lasne imagine que, lors du dépôt de la craie grise de la Somme, des fleuves d'une grande puissance débouchaient

¹ *Bull. de la Soc. géol. de France*, 3^e série, XV, p. 719. et *Comptes rendus*, CV, p. 1135.

² *Bull. Acad. royale de Belgique*, 3^e série, XI, n° 6.

³ *Annales de la Soc. géol. du Nord*, XVI, p. 270.

⁴ *Bull. de la Soc. géol. de France*, 3^e série, XVIII, p. 441.

dans la mer après avoir dissous, à l'état d'eau chargée d'acide carbonique, dans la traversée des terrains anciens, une notable quantité de fluophosphate de chaux. Arrivées dans la mer, ces eaux auraient perdu leur acide carbonique, le fluophosphate se serait précipité, surtout au contact des carapaces calcaires de globigérines et autres foraminifères, qui tombaient alors en pluie continue de la surface sur le fond.

Il faut maintenant choisir entre les trois théories qui viennent d'être brièvement exposées. Celle de M. de Mercey semble devoir être de prime abord écartée. Non seulement il n'existe, dans la nature actuelle, aucun exemple d'émission thermique phosphatée; mais on ne comprendrait pas comment des sources de ce genre, venant d'une grande profondeur, n'auraient exercé aucune action sur la craie blanche et les autres terrains qu'elles étaient obligées de traverser, avant de déboucher sur le fond de la mer à bélemnites. D'ailleurs la localisation des dépôts en files rectilignes, localisation que l'auteur de l'hypothèse invoque comme la preuve d'une ligne de fracture, s'explique sans peine, si l'on réfléchit, d'une part, que la mer de cette époque a pu occuper des dépressions plus ou moins parallèles, qu'un phénomène orogénique venait alors de faire naître dans son substratum crayeux, jusque là si uniforme; d'autre part, que ces dépressions linéaires ont dû être accentuées par la suite, lors des plissements qui ont affecté la région parisienne, et qui sont si bien mis en évidence sur la carte publiée par M. G. Dollfus dans un des derniers *Bulletins du service de la carte géologique de France*. Par suite de ces dislocations, les dépôts de craie à bélemnites, par lesquels se terminait la série crayeuse, ont dû être portés, dans les plis convexes ou *anticlinaux*, à des hauteurs telles que les érosions subséquentes les ont fait disparaître. Ce n'est que dans l'axe des plis convexes ou *synclinaux* que ces dépôts ont pu être conservés, et parce que ces plis ont une allure sensiblement rectiligne, il n'est pas surprenant que les gisements de phosphates riches forment aujourd'hui des files assez régulières.

Quant à l'hypothèse de M. Lasne, qui imagine, lors du dépôt de la craie à bélemnites, des fleuves « roulant un volume d'eau d'une puissance incomparablement plus grande que nos cours d'eau actuels, mais à faible pente et sans doute assez limpides », elle suppose, de la part des agents habituels d'érosion, ce que nous appellerons une *complaisance* difficile à concéder. L'auteur ne répugne pas à concevoir des eaux capables, grâce à leur quantité, de dissoudre, dans la traversée des massifs anciens de la France, plus de fluophosphate qu'à aucune autre époque,

et consentant, néanmoins, à garder un régime assez tranquille pour n'emporter jamais avec elles de sédiments détritiques; car telle est la condition essentielle de la formation des dépôts crayeux. Les débris transportés n'y jouent qu'un rôle négligeable, formant à peine deux ou trois centièmes de la masse. Sans doute, comme on l'a bien montré récemment, la craie n'est pas un dépôt de mer profonde; mais c'était assurément un dépôt de mer tranquille, et les circonstances devaient être telles, que la puissance de transport des eaux continentales fût réduite à son minimum. Or, partout cette puissance se montre en rapport avec le volume des eaux, et c'est une supposition inadmissible que de vouloir isoler les deux éléments pour le besoin de la cause.

Le régime des mers à bélemnites n'a différé de celui des mers précédentes de la craie blanche que par une moindre extension des surfaces recouvertes par les eaux marines. Mais ces eaux sont demeurées limpides, exemptes d'apports des terres voisines. Il n'y a aucune raison de leur attribuer une richesse en phosphate dissous supérieure à celle qui les caractérisait aux époques antérieures, comme il n'y a non plus aucune preuve géologique de l'existence des fleuves admis par M. Lasne. Bien au contraire, les premiers temps tertiaires nous laisseront voir, sur le bord des mers, de grands espaces, tantôt envahis par l'eau marine, tantôt reconquis par des lagunes d'eau douce ou saumâtre, et qui attestent combien, sur toute cette bordure, le relief devait encore être indécis.

En ce qui concerne la constance des rapports de quantité, entre le fluorure de calcium et l'acide phosphorique, même dans les granules de phosphate de la craie grise, elle ne prouve qu'une chose, c'est la régularité avec laquelle se manifeste l'affinité chimique de ces deux corps, lorsqu'ils sont mis en présence dans un milieu propre à leur combinaison. Il n'en résulte nullement que la mer ait contenu des provisions toutes faites de fluophosphates, ni surtout que ces provisions dérivent de l'apatite, l'un des corps les moins solubles qu'on puisse rencontrer.

En définitive, le tort commun des deux hypothèses de MM. de Mercey et Lasne nous paraît être d'envisager les choses de trop haut, si l'on peut parler ainsi, et de ne pas tenir assez de compte des menus détails de la composition du dépôt de craie phosphatée. C'est à ces détails qu'il faut s'attacher, si l'on veut voir clair dans cette question, et c'est pourquoi nous saluons avec un intérêt particulier les études que viennent de publier, dans le *Bulletin de l'Académie royale de Bel-*

gique¹, M. A. Renard, le savant professeur de l'Université de Gand, et M. J. Cornet, le même que nous avons déjà cité à propos des phosphates de la craie grise du Hainaut. Il ne s'agit plus ici de vues de l'esprit, plus ou moins vraisemblables, mais bien d'un examen microscopique délicat, poursuivi par des hommes d'une compétence reconnue, et à l'appui duquel les auteurs publient une série de dessins, bien faits, ce nous semble, pour entraîner la conviction.

Si l'on soumet au microscope les grains de phosphate de Beauval et d'Orville, on y reconnaît très nettement un grand nombre de formes se rapportant à des foraminifères, des genres *Globigerina*, *Textularia*, *Cristellaria*, etc. La partie interne des grains montre d'une façon marquée tous les détails de la structure et de l'arrangement des loges, respectés dans leur intégrité par la phosphatation. Ces moules, qui ont de 5 à 10 centièmes de millimètre, possèdent une surface brillante, due à un enduit de phosphate concrétionné, qui remplace le test des foraminifères. Il est évident que le phosphate de chaux s'est déposé à l'intérieur de coquilles de rhizopodes calcaires, coquilles tombées sur le fond crayeux après la mort des petits animaux correspondants, qui occupaient les eaux de surface.

À côté de ces grains s'observent des éléments, moins nombreux il est vrai, mais très constants et surtout très caractéristiques. Ce sont des fibres, des esquilles, des plaques déchiquetées, n'ayant qu'une fraction de millimètre, et où il est facile de reconnaître, à de forts grossissements, la structure du tissu osseux des poissons et des reptiles. Enfin avec ces débris se montrent des dents microscopiques de poissons, dont la forme et la structure ne peuvent laisser aucun doute.

Ainsi voilà une série d'éléments organiques parfaitement constatés. Mais avec eux se rencontrent, en grand nombre, des grains de même dimension, de même couleur, qui, au premier abord, semblent dépourvus de toute structure; cependant un examen plus attentif y découvre des traces de loges, ou des portions de contours de foraminifères; si bien qu'en groupant les dessins de ces grains, on les voit passer, par une suite de transitions insensibles, aux grains de la première catégorie. Ils ont donc la même origine que ceux-ci; seulement des actions postérieures ont effacé en grande partie leurs caractères primitifs.

Si l'on ajoute à cela des concrétions phosphatiques, en couches transparentes déposées autour d'un noyau quelconque, et une grande quantité de particules extrêmement petites, qui se révèlent

comme des fragments très finement divisés des corps précédents, on aura tous les éléments qui composent la partie phosphatée de la craie de Beauval.

Emprisons-nous d'ajouter qu'il n'est pas toujours indispensable de recourir au microscope pour faire ces constatations, et que certains gisements de la craie phosphatée de Picardie laissent parfaitement discerner à l'œil nu, avec les petites dents de poissons, la masse énorme des débris d'origine organique qui les constituent.

Ces faits étant admis, on comprend sans peine qu'au lieu d'imaginer, soit un apport interne, soit un dépôt direct de l'eau de mer sans l'intervention préalable des êtres vivants, MM. Renard et Cornet aient été conduits à envisager la décomposition des organismes comme la source immédiate du dépôt des concrétions. « Les débris d'êtres organisés et les produits phosphatés qui, sous la forme d'excréments, de tissus décomposés, viennent se mêler aux matières sédimentaires, subsistent, longtemps même après le dépôt, les réactions chimiques qui s'accomplissent sous l'action de l'eau de mer ou des eaux infiltrées. Les matières phosphatées d'origine organique doivent, tout au moins au même titre, subir l'altération à laquelle n'échappent pas les substances auxquelles elles sont associées. En admettant que le phosphate dissous soit doué de la propriété des corps colloïdes, on comprend qu'il soit faiblement retenu en solution et qu'il suffise qu'un centre de concrétionnement exerce son action pour le précipiter. »

Ce concrétionnement autour de centres d'attraction est d'ailleurs, on le sait, une des caractéristiques de la formation de la craie. C'est ainsi, par exemple, que se sont formés les rognons de silex, si fréquents dans cette roche. Là aussi, on a dû renoncer à l'hypothèse d'émissions siliceuses contemporaines du dépôt de la craie, comme à l'idée d'une précipitation directe de la silice contenue en dissolution dans les eaux de la mer. Le microscope a montré que cette silice avait passé, au préalable, par la forme de *diatomées* ou algues élémentaires, ainsi que par celle de *spicules* d'éponges. Ces organismes délicats, après être tombés sur le fond avec une pluie de rhizopodes aux carapaces calcaires, se sont peu à peu séparés de ces derniers, par l'effet d'une concentration moléculaire, comme celle qui s'oppose à ce qu'une pâte hétérogène, qu'on cesse de malaxer, conserve longtemps une composition uniforme. Un fragment de coquille a généralement servi de centre de groupement. En s'accumulant autour de ce noyau, les spicules d'éponges et les frustules de diatomées se sont fondus les uns dans les autres, la silice qui les formait recouvrant une mobilité

¹ Tome XXI, n° 2 (1891).

suffisante et c'est ainsi que le microscope a grand peine à en discerner la trace au milieu de la pâte, en apparence très homogène, des silex.

Dans le cas de la craie phosphatée, les centres d'attraction ont été fournis par les foraminifères ou autres organismes du milieu. Mais la prodigieuse quantité de petits éclats d'ossements que contient la craie de Beauval donne à penser qu'avant d'arriver à leur disposition actuelle, les grains de phosphate ont dû subir un certain transport. Probablement, une riche faune se développait près des rivages de la mer crétacée. Les poissons et les reptiles, par la décomposition de leurs tissus et de leur squelette, comme aussi par leurs excréments, formaient une source de matières phosphatées, qui, imprégnant la bouillie sédimentaire, étaient destinées à s'agglomérer dans l'intérieur des organismes microscopiques. Ce moulage une fois fait non loin de la côte, les courants, les marées et les vagues, après avoir trituré les débris d'ossements, les entraînaient sans doute au large avec les concrétions, déposant le tout au milieu d'une vase crayeuse, en partie formée de globigérines, et au sein de laquelle la concentration de la matière phosphatée pouvait encore se poursuivre en augmentant la dimension des nodules.

Telle est l'hypothèse, à la fois très simple, très rationnelle et très conforme aux faits observés, que proposent MM. Renard et Cornet. Cette conception offre le grand avantage d'être en parfait accord avec une observation importante, que MM. Renard et John Murray ont été amenés à faire, en étudiant les échantillons rapportés par la drague lors de la mémorable campagne sous-marine du *Challenger*. Ils ont en effet reconnu que, le long des côtes de l'Afrique australe, dans les parties où il n'existe pas de cours d'eau importants, et où, par conséquent, la sédimentation purement marine n'est pas alimentée par des apports de débris venant du continent, il se dépose une vase calcaire avec menues concrétions, dont les unes sont de *glauconie* (silicate de fer et de potasse) et les autres de *phosphate de chaux*. En outre ces concrétions affectent la forme de moules internes de foraminifères. L'analogie est donc complète avec ce qui se passe à Beauval et il n'est pas douteux que la source du phosphate ne doive être cherchée dans les substances, d'origine organique, qui imprègnent la vase en question.

Un autre avantage de cette conception, c'est qu'elle s'applique aussi, au moins dans ses traits généraux, à la formation de la craie phosphatée de Ciply, près de Mons. Elle convient également très bien aux grains de phosphate, mélangés à la glauconie, de la craie inférieure du Cambrésis,

dont le cas paraît identique avec celui des boues littorales de l'Afrique australe. Quant aux gros nodules phosphatés des Ardennes, de la Meuse et du Boulonnais, s'ils se sont formés dans de tout autres circonstances, du moins l'intervention de la matière organique n'y est pas moins visible. Ces nodules sont disposés en cordons, attestant un ancien rivage où la mer rejetait toutes sortes de débris, coquilles, ossements et dents de reptiles ou de poissons, fragments de bois flottés. Tous ces corps, sans exception, sont formés d'un mélange de carbonate et de phosphate de chaux avec une certaine proportion de fer. Des brachiopodes, des ammonites, des gastropodes ou des acéphalés, il ne reste plus que les moules, entièrement phosphatisés. De gros nodules se révèlent au microscope comme d'anciens spongiaires imprégnés de phosphate. Et quand on voit, en assez grande abondance, au milieu de ces corps, des coprolithes, c'est-à-dire des excréments fossiles de Vertébrés, l'idée s'impose que l'accumulation, sur ces plages, d'une grande quantité de matières organiques, empruntées à des animaux relativement supérieurs, a été la cause déterminante de la formation des nodules phosphatés, comme aussi la présence de nombreuses coquilles a déterminé le phosphate à prendre le moule interne des mollusques disparus.

A la vérité, l'origine première du phosphate reste la même que dans la conception de M. Lasne. C'est bien l'apatite ou fluophosphate minéral qui, par sa décomposition, a dû fournir aux eaux marines et continentales la substance que les animaux devaient plus tard en extraire pour constituer leurs squelettes et leurs coquilles. Répandu, à l'état microscopique, parmi toutes les roches éruptives, ce minéral y a subi le sort commun de tous ceux dont se compose l'écorce terrestre, et dont aucun n'est rigoureusement insoluble ni indécomposable. Mais, une fois la matière phosphatée dissoute, une simple précipitation n'a pas suffi pour lui faire reprendre la forme solide, et il a fallu l'intervention de la vie pour la lui rendre, tout comme il faut l'activité des végétaux pour reprendre à l'atmosphère le carbone de l'acide carbonique et le fixer de nouveau, à l'état de combustible minéral, dans l'écorce solide.

En vain dira-t-on que l'hypothèse d'une précipitation directe est plus simple. La simplicité est assurément une qualité, mais une qualité dont il ne faut pas abuser. Nous nous souvenons d'un géologue, distingué d'ailleurs, et qui, s'étant donné pour mission de réagir contre certaines théories trop compliquées, où l'on faisait trop volontiers intervenir à tout propos les influences éruptives, s'acharnait à chercher, pour tous les faits, les explications

les plus simples. C'est ainsi qu'ayant reconnu, par de délicates analyses, qu'il y avait un peu de cuivre dans les eaux de la mer, et que ce cuivre tendait à se concentrer dans le sang des poissons, il admettait volontiers que les gîtes cuivreux de l'écorce terrestre, au lieu de dériver d'émanations solfatarieuses, devaient leur origine à la concentration d'une quantité suffisante de sang de poissons!

A nos yeux, ce serait tomber dans un excès du même genre que d'attribuer au phosphate dissous dans les eaux marines un pouvoir intrinsèque de précipitation. Si ce pouvoir existait réellement, les gisements de phosphate seraient bien autrement nombreux dans la nature qu'ils ne sont en réalité. En somme, les faits doivent seuls nous servir de guide dans l'interprétation des phénomènes. Or non seulement le monde qui nous

entoure ne nous a pas encore offert un seul exemple de précipitation directe du phosphate, pas plus qu'il ne nous l'a fait voir sous la forme d'émissions thermales. Mais partout où le phosphate minéral existe (en dehors des filons d'apatite cristallisée, bien entendu), c'est en association avec tout un indéniabte cortège de manifestations organiques. A Beauval, en particulier, ces manifestations sont aussi caractérisées qu'elles sont précises, et leur langage est absolument d'accord avec celui que tient la craie phosphatée de Ciply en Belgique. Tenons-nous en donc à la traduction que viennent d'en donner MM. Renard et Cornet, et remercions-les d'avoir traité, par des méthodes aussi rigoureuses, une question où, avant eux, l'imagination se donnait un peu trop libre carrière.

A. de Lapparent.

LE RÔLE DU SÉRUM DANS L'ATTÉNUATION DES VIRUS

La virulence représente, pour les agents infectieux, une propriété contingente qui peut augmenter ou décroître dans maintes circonstances, et particulièrement par des passages à travers l'organisme des animaux. On a l'habitude de dire que les inoculations successives ont pour effet d'exalter le pouvoir pathogène des microbes; d'une façon générale, cette proposition est vraie, mais, dans quelques cas, l'organisme est capable de dépouiller les microbes de leur action nocive. Les faits de ce genre, pour être peu connus, ne méritent pas moins de fixer l'attention; ils ont servi de point de départ à des travaux d'un certain intérêt.

Mais il ne suffit pas de constater qu'un virus peut s'atténuer quand on l'inocule à un animal; on doit chercher à pénétrer le mécanisme de cette atténuation. Sans doute, le problème est complexe et encore bien obscur; mais au milieu des causes multiples qui semblent intervenir, on est parvenu à en dégager une: c'est l'action qu'exerce le sérum sanguin sur le développement et les propriétés des microbes. Il est démontré aujourd'hui que le sérum est doué d'un certain pouvoir antiseptique; il fait périr un grand nombre des bactéries qu'on y sème: celles qui se développent sont souvent modifiées dans leurs formes et leurs fonctions. Nous allons donc avoir à rechercher s'il existe un parallélisme entre l'action de l'organisme et celle du sérum sur la virulence des microbes. Pour mettre un peu d'ordre dans notre exposé, nous étudierons successivement ce qui se passe chez les animaux qui n'ont

pas l'immunité, chez ceux qui sont naturellement réfractaires, chez ceux qui ont été vaccinés.

I

Presque toujours un virus s'exalte quand on l'inocule à un animal qui ne possède pas l'immunité. Cette exaltation peut ne se manifester que pour les animaux d'une seule espèce. C'est ainsi que M. Pasteur a établi que le bacille du rouget, inoculé en série à des lapins, devient de plus en plus pathogène pour les individus de cette espèce; mais en même temps il s'atténue pour le porc. On ne peut donc parler d'augmentation ou de diminution de la virulence dans un sens absolu: il faut toujours spécifier dans quelles conditions on se place et sur quel animal on agit: un virus, exalté pour une espèce, peut être atténué pour une autre.

L'étude des modifications que peut subir la virulence de la bactériémie charbonneuse dans le corps et dans les humeurs des animaux, a conduit à quelques résultats fort curieux: ce microbe dont les propriétés nocives augmentent quand on l'inocule à des individus non réfractaires, peut s'atténuer quand on le sème dans leur sang. C'est Grohmann¹ qui reconnut ce fait en apparence paradoxal: dans une thèse écrite sous l'inspiration de Schmidt, il montra que la bactériémie s'atténue

¹ GROHMANN. Ueber den Einfluss der zellenfreien Blutplasma auf einige pflanzliche Mikroorganismen. Dorpat, 1881.

dans le plasma sanguin, et devient incapable de tuer le lapin. La question a été reprise par Fodor¹, qui établit que le sang du lapin exerce sur l'agent du charbon une influence bactéricide très marquée, résultat qui a été confirmé par tous ceux qui ont continué cette étude (Nuttall, Nissen, Buchner, Charrin et Roger²). On arrive donc à cette conclusion tout à fait inattendue : la bactérie charbonneuse, semée dans le sang ou le sérum du lapin, végète difficilement; inoculée au même animal, elle se développe avec rapidité et entraîne la mort. Dès lors, nous dit-on, les propriétés bactéricides du sérum doivent être considérées comme des propriétés artificielles; elles ne se manifestent qu'en dehors de l'organisme vivant et sont peut-être dues à l'éclatement des leucocytes qui laissent diffuser la matière active contenue dans leur intérieur.

L'argumentation n'était pas sans valeur; on pouvait bien répondre que les propriétés bactéricides du sérum ne sont pas artificielles puisqu'elles s'observent quand on étudie les sérosités transsudées naturellement (Stern); mais il fallait, pour lever les doutes, une expérience décisive et cette expérience a été fournie par M. Pekelharing³ : cet auteur enferme de petites quantités de cultures virulentes ou des fragments de rate charbonneuse dans des sacs de parchemin qu'il introduit sous la peau d'un certain nombre de lapins; il constate que, dans ces conditions, la bactérie s'atténue et finit même par périr. Le résultat est fort curieux, mais son interprétation peut paraître difficile; étant donné que la bactérie se détruit si aisément dans l'organisme du lapin, on est conduit à se demander pourquoi son inoculation détermine des accidents et entraîne la mort. Nous trouvons une réponse à cette question dans l'important mémoire que vient de publier M. Phisalix⁴. Si l'on introduit sous la peau d'un lapin un virus charbonneux atténué, qui ne tue plus cet animal, mais fait encore périr le cobaye en 48 heures, on constate que les bactéries s'accroissent dans les ganglions lymphatiques où elles peuvent végéter pendant 72 jours et plus. Seulement leur forme se modifie et leur virulence diminue : reportées chez le cobaye elles ne déterminent plus qu'une maladie à marche lente, le char-

bon chronique, qui évolue en deux mois et même plus longuement. En se basant sur ce résultat et sur une série d'intéressantes expériences qu'il serait trop long de rapporter ici, M. Phisalix arrive à conclure que les cellules ne sont pas capables de détruire les microbes; elles semblent au contraire les protéger contre l'influence nocive exercée sur leur vitalité par le sang et ses produits d'exsudation.

II

Pour avoir une idée plus complète de l'atténuation des virus dans l'organisme des animaux, il faut s'adresser à des êtres doués d'une immunité naturelle. Nous trouvons sur ce sujet une série de travaux poursuivis avec la bactérie charbonneuse et dont les résultats semblent, au premier abord, absolument contradictoires. Pour les uns, la bactérie s'atténuerait dans le corps des animaux réfractaires, tels que la poule (Oemler), le pigeon (Kitt), le chien (Sadowsky), le rat (Frank), la grenouille (Lubarsch, Petruschky), la limace (Karlski); pour d'autres, au contraire, et nous citerons surtout les noms de M. Metchnikoff et de M. Malm¹, il y aurait exaltation. Nous ne croyons pas, pour notre part, qu'on puisse englober tous les faits dans une formule unique; il ne faut pas étendre à tous les animaux naturellement réfractaires ce qui est vrai pour quelques-uns d'entre eux; ce serait admettre une simplicité qui n'existe pas dans la réalité; les résultats obtenus ne représentent que des cas particuliers qui attendent encore leur loi générale. C'est ainsi que les intéressantes recherches de M. Malm paraissent établir que le charbon ne s'atténue pas chez le chien; mais il semble démontrer aussi qu'il s'atténue réellement en passant par le rat blanc, et surtout par la grenouille.

L'atténuation du charbon dans le corps de la grenouille a été établie par Lubarsch². Cet auteur introduit des parcelles d'organes charbonneux dans le sac lymphatique dorsal de cet animal: le troisième jour, le charbon est moins actif; le sixième il ne tue plus la souris. Si l'injection est pratiquée dans une veine, les bacilles vont se réfugier dans les organes, particulièrement dans le foie et la rate et conservent plus longtemps leurs propriétés nocives.

Petruschky³ a vérifié ces faits et démontré que l'atténuation était due au sérum; car elle se pro-

¹ FODOR. *Deutsche med. Wochenschr.* 1887. — Neuere Untersuchungen über die bakterientödtende Wirkung des Blutes. *Centralblatt f. Bakteriologie*, 1890.

² CHARRIN et ROGER. Les propriétés microbicides du sérum. *Gazette hebdomadaire*, 1889.

³ PEKELHARING. Ueber Zerstörung von Milzbrandvirus im Unterhautbindegewebe des Kaninchens. *Ziegler's Beiträge zur path. Anat.* Bd. VIII.

⁴ PHISALIX. Nouvelles recherches sur la maladie charbonneuse. *Archives de médecine exp.*, 1891.

¹ MALM. Sur la virulence de la bactérie charbonneuse après passage chez le chien et le lapin vacciné. *Annales de l'Institut Pasteur*, 1890.

² LUBARSCH. Ueber Abschwächung des Milzbrandbacillen im Froeschkörper. *Fortschritte der Medizin*, 1888.

³ PETRUSCHKY. Untersuchungen über die Immunität des Frosches gegen Milzbrand. *Ziegler's Beiträge zur Path. Anat.* Bd. III.

duit également quand le microbe est protégé contre les phagocytes au moyen d'une membrane diffusible, qui ne laisse agir que les matières solubles. Dans ces conditions, au bout de deux jours, le charbon ne tue plus le lapin; au bout de trois jours, il reste sans action sur la souris; enfin le quatrième jour l'ensemencement sur agar ne donne que quelques rares colonies.

Pour compléter la démonstration, il fallait rechercher comment la bactérie se comporte quand elle se développe dans les humeurs de la grenouille en dehors de l'organisme. C'est ce qui a été exécuté, presque simultanément, par Ogata et Jasuhara¹ pour le sang et le sérum et par Sanarelli² pour la lymphe. Ogata et Jasuhara ont reconnu que la bactérie, semée dans le sang ou dans le sérum de la grenouille, reste sans action quand, au bout de deux ou trois jours, on l'inocule à la souris; le pouvoir antiseptique du sang de grenouille est tellement marqué, qu'il suffit d'en injecter une goutte à une souris pour mettre cet animal à l'abri de l'infection charbonneuse (Ogata et Jasuhara).

D'après Karlinski³, le charbon s'atténue également quand on l'introduit sous les téguments de la limace, et cette atténuation se fait avec une rapidité vraiment extraordinaire: en reprenant, au bout de 20 minutes, le liquide injecté, on constate qu'il est devenu incapable de tuer le cobaye ou la souris, et que, semé sur des plaques, il ne donne qu'un petit nombre de colonies. Ces faits bien curieux mériteraient d'être étudiés à nouveau, et s'ils se vérifiaient, ils devraient conduire à rechercher par quel mécanisme se produisent des changements aussi rapides dans la vitalité et les propriétés des microbes.

Nous sommes mieux renseignés sur les modifications que subit la bactérie quand on l'inocule à des rats blancs. Behring⁴ a étudié avec soin les causes de la résistance de ces animaux à l'infection charbonneuse; il a reconnu que leur sérum renferme une substance à réaction fortement alcaline qui entrave la végétation de la bactérie et, d'après Ogata et Jasuhara, abolit sa virulence. Cette substance a été isolée par Hankin⁵: c'est une matière albuminoïde, insoluble dans l'eau distillée et dans l'alcool, soluble dans l'eau salée et qui semble

rentrer dans le groupe des globulines. Si l'on neutralise cette substance, par exemple si l'on injecte des solutions acides sous la peau, on voit que les animaux succombent quand on leur inocule le charbon; cette expérience, due à M. Behring, permet de comprendre comment le surmenage diminue la résistance des rats blancs au charbon¹; il est probable que les acides formés dans les muscles fatigués modifient la réaction du sérum et abolissent son pouvoir bactéricide.

III

Arrivons maintenant à l'atténuation des virus dans l'organisme et les humeurs des animaux rendus réfractaires par la vaccination².

La première expérience, publiée sur ce sujet, est due à M. Metchnikoff³; ce savant sème la bactérie charbonneuse dans le sang de moutons réfractaires; le développement se produit; le sang est alors inoculé à dix lapins, à dose de 0,5 à 1 c.c.; neuf animaux résistent, un seul succombe. Voilà donc une expérience où l'on voit l'atténuation survenir dans le sang, mais dans le sang total, contenant encore ses éléments figurés: aussi M. Metchnikoff invoque-t-il, pour expliquer le résultat obtenu, une action des leucocytes ou de leurs produits de sécrétion.

Quelque temps après, M. Gamaleia⁴ montrait que pendant la fièvre charbonneuse et dans les quatorze jours qui lui font suite, l'humeur aqueuse est modifiée: si l'on y sème du charbon, le microbe se développe sous des aspects nouveaux et perd une partie de sa virulence. Mais cet état bactéricide n'est que passager; il ne dure pas malgré la persistance de l'immunité.

Bientôt d'autres expérimentateurs allaient soutenir que, chez les animaux vaccinés, les microbes se détruisent rapidement, bien avant l'arrivée des leucocytes. Ainsi Emmerich et di Mattei⁵ injectent sous la peau de lapins vaccinés contre le bacille du rouget une culture de ce microbe; ils

¹ Les recherches de Ogata et Jasuhara se trouvent exposées dans un article de LÖFFLER. *Neuere Arbeiten über Immunisirungs bezw. Heilungsversuchen bei Thieren gegenüber der Infection mit Milzbrand, Tetanus und Diphtherie Bacillen. Centralblatt für Bakteriologie*, 1891.

² SANARELLI. La causa della immunità contro il carbuncolo. *La Riforma medica*, 1891.

³ KARLINSKI. Zur Kenntniss der Verbreitungswegs des Milzbrandes. *Centralblatt für Bakteriologie*, 1889.

⁴ BEHRING. Ueber die Immunität von Ratten gegen Milzbrand. *Centralblatt für klinische Medizin*, 1888.

⁵ HANKIN. Ueber der schützenden Eiweisskörper der Ratte. *Centralblatt für Bakteriologie*, 1891.

¹ CHARRIN et ROGER. Contribution à l'étude expérimentale du surmenage; son influence sur l'infection. *Archives de physiologie*, 1890.

² Comme l'a montré M. Bouchard (*Revue générale des Sciences*, 1890, p. 466) c'est dans le mécanisme de l'immunité artificielle que les propriétés chimiques des humeurs jouent le rôle le plus important. « La guérison est la première manifestation de l'immunité. Les matières vaccinantes ont rendu possible la guérison en produisant l'état bactéricide, l'effet utile qui dure longtemps. C'est en effet cet état bactéricide qui constitue la vaccination ou l'immunité acquise. » *Ibid.* p. 475.)

³ METCHNIKOFF. Sur l'atténuation des bactéries charbonneuses. *Annales de l'Institut Pasteur*, 1887.

⁴ GAMALEIA. Étude sur la vaccination charbonneuse. *Ibid.*, 1888.

⁵ EMMERICH und DI MATTEI. Untersuchungen über die Ursache der erworbenen Immunität. *Fortschritte der Medizin*, 1888.

constatent que les bacilles succombent en 25 minutes. Ce chiffre peut sembler prodigieux et l'on serait tenté de croire à une erreur, si d'autres expérimentateurs n'avaient obtenu quelques résultats analogues; nous avons déjà cité les recherches de Karlinski sur l'atténuation des bactériidies dans le corps de certains gastéropodes; nous ajouterons que M. Charrin¹, en opérant sur des lapins vaccinés contre la maladie pyocyannique, a constaté qu'au bout de 40 minutes les bacilles introduits dans le tissu cellulaire sous-cutané, ont notablement diminué de nombre et que la fonction chromogène des survivants est considérablement affaiblie.

Toutes ces expériences portent à penser que, chez les animaux vaccinés, les propriétés bactéricides du sérum acquièrent leur maximum d'intensité: c'est ce qui a lieu en effet, et la démonstration de ce fait a été donnée d'abord par M. Charrin et par nous², pour le bacille pyocyannique et le bacille du charbon symptomatique, puis par Behring et Nissen³ pour le vibron de Metchnikoff, par Zasslein⁴ pour le vibron cholérique, etc. Quand on sème comparativement un des microbes que nous venons de citer dans du sérum normal et dans du sérum provenant d'un animal vacciné, on trouve entre les deux séries de cultures des différences très considérables; souvent, au bout de vingt-quatre heures, le sérum des vaccinés est complètement clair, alors que le sérum normal fourmille déjà de microbes. Les jours suivants, les différences sont moins marquées, mais encore appréciables; ce n'est que vers le quatrième jour que le nombre des microbes devient équivalent dans les deux séries. En même temps, la forme peut être modifiée; certaines fonctions et particulièrement les fonctions chromogènes diminuent et disparaissent. Mais que devient, dans ces conditions, la virulence du microbe? Le sérum d'un animal vacciné agit-il seulement sur la végétation des bactéries? est-il également capable d'atténuer les éléments qui se développent? Telle est la question que nous avons maintenant à résoudre.

Dans des recherches encore inédites que nous poursuivons avec le pneumocoque, nous avons reconnu que le développement de ce microbe se fait moins abondamment dans le sérum d'un animal vacciné que dans le sérum d'un animal neuf: c'est la con-

firimation de ce qu'on a observé avec d'autres agents pathogènes. Mais en même temps que la végétation est entravée, la virulence du microbe s'affaiblit notablement; souvent son inoculation reste sans effet, alors que des cultures, faites d'une façon identique, mais dans du sérum d'un animal neuf, entraînent la mort en moins de vingt-quatre heures.

Rien n'est instructif, au point de vue qui nous occupe, comme l'histoire du streptocoque de l'érysipèle¹. Pour étudier l'action bactéricide du sérum sur ce microbe, nous l'avions semé comparativement dans du sérum de lapins neufs et de lapins rendus réfractaires par une inoculation antérieure. Quelle ne fut pas notre surprise, et nous pourrions dire notre déception, en constatant que le streptocoque fait exception à la règle! Il se développe aussi facilement et parfois plus abondamment dans le sérum des vaccinés que dans celui des témoins. C'est alors que nous pensâmes à rechercher si les microbes conservaient leur action nocive dans les humeurs des animaux artificiellement réfractaires. De nombreuses expériences comparatives nous démontrèrent qu'il n'en est rien: le virus s'atténue d'une façon manifeste: inoculé à un animal neuf, il détermine une lésion légère et rapidement curable, absolument semblable à celle que produit le microbe virulent introduit chez un animal vacciné; autrement dit, l'atténuation du streptocoque se fait au même degré et dans l'organisme vivant et dans le sérum en dehors de l'organisme. L'anomalie rencontrée au début de nos recherches n'était donc qu'apparente; le sérum protège réellement l'animal vacciné contre le streptocoque; seulement il agit, non en empêchant le développement du microbe, mais en le dépouillant de ses propriétés nocives. Comme a bien voulu le faire remarquer M. Behring², c'était la première fois que se trouvait établie l'atténuation d'un virus dans les humeurs naturelles, privées de tout élément figuré.

Mais ce ne sont pas seulement les humeurs qui se modifient sous l'influence de la vaccination; quelques expériences permettent d'étendre aux tissus ce qui est établi pour les liquides. Nous avons montré³ que le bacille du charbon symptomatique se développe mal dans les muscles des animaux vaccinés, alors même que, par un lavage prolongé, on a chassé tout le sang qu'ils renferment. Une expérience fort ingénieuse de Voswinkel⁴ plaide

¹ CHARRIN, A propos de l'immunité. *Société de Biologie*, 1890.

² CHARRIN et ROGER. Note sur le développement des microbes pathogènes dans le sérum des animaux vaccinés. *Ibid.*, 1889. — Nouvelles recherches sur les propriétés microbicides du sérum. *Ibid.* 1890.

³ BEHRING et NISSEN. Ueber bacterienfeindliche Eigenschaften verschiedener Blutserumarten. Ein Beitrag zur Immunitätsfrage. *Zeitschrift für Hygiene*, 1890.

⁴ ZASSLEIN. Sulla vaccinazione del cholera. *Rivista clinica. Archivio italiano di clinica medica*, 1890.

¹ ROGER. Modification du sérum à la suite de l'érysipèle. *Société de Biologie*, 1890.

² BEHRING. Ueber Desinfektion, Desinfektionsmittel und Desinfektionsmethoden. *Zeitschrift für Hygiene*, 1890.

³ ROGER. Contribution à l'étude de l'immunité acquise. *Gazette hebdomadaire*, 1890.

⁴ VOSWINKEL. Ueber Bacterienvernichtung im Froshkörper. *Fortschritte der Medizin*, 1890.

dans le même sens; cet auteur opère sur des grenouilles vivantes, dont il remplace le sang par de l'eau salée stérilisée; puis il leur injecte de 1 à 2 c. c. d'une culture charbonneuse; les bacilles vont se localiser dans les organes; on en trouve qui sont contenus dans les quelques leucocytes qui restent encore; mais la plupart d'entre eux dégénèrent en dehors des cellules; en quelques jours ils deviennent incapables de tuer la souris, puis ils finissent par disparaître; la grenouille salée se comporte donc comme une grenouille ordinaire. L'auteur s'est naturellement assuré que du charbon semé dans de l'eau salée, maintenue à la même température que la grenouille, ne subit pas de semblables modifications.

IV

Les diverses expériences que nous avons rapportées nous semblent constituer un faisceau de preuves suffisantes pour entraîner la conviction. Mais ceux qui déniaient au chimisme de l'organisme toute importance dans le mécanisme de l'immunité, ont soulevé une nouvelle objection, dont nous devons maintenant examiner la valeur.

On a dit que l'action bactéricide des humeurs tenait simplement au changement de condition qu'on imposait au microbe en le faisant passer d'un bouillon dans du sérum. Si l'on pratique desensemencements successifs dans du sérum d'un animal normal, on constate que le microbe se développe de plus en plus facilement et qu'il résiste de mieux en mieux à l'action nocive du milieu où on l'introduit. Ce résultat est parfaitement exact, et nous avons pu le vérifier avec le streptocoque; mais il ne nous semble pas paradoxal. Quand on sème le streptocoque dans du bouillon et qu'on fait des cultures en série, on constate que sa végétabilité et sa virulence diminuent progressivement; en partant d'une culture ainsi modifiée, on voit la puissance végétative s'accroître par des passages dans le sérum; mais en même temps le microbe recouvre son action pathogène. Il se modifie donc dans le sérum, en dehors de l'organisme, comme dans l'organisme lui-même; dans les deux cas il récupère sa virulence, c'est-à-dire qu'ils habituent à vivre dans les humeurs naturelles de l'animal. Il serait même possible que cette accoutumance résultât d'une sorte de sélection; on sait, en effet, que les cultures, et particulièrement les cultures atténuées, ne sont pas homogènes; comme l'a fait remarquer M. Arloing, l'atténuation se fait individuellement et non en masse; on comprend donc que, semés dans un milieu peu favorable, les microbes les plus faibles, c'est-à-dire les plus atténués, périssent; les plus forts survivent seuls et donnent naissance à des êtres de plus en plus résistants.

L'action du sérum nous explique un autre fait que nous signalions au début de cet article. Un microbe, exalté pour une espèce, peut être atténué pour une autre; les propriétés bactéricides des humeurs, chez les diverses espèces, pouvant tenir à des états chimiques différents, un microbe qui s'est habitué à vivre dans le sérum de tel animal n'aura pas nécessairement acquis l'habitude de végéter dans le sérum de tel autre.

On est conduit ainsi à considérer l'exaltation de la virulence comme une accoutumance à l'action antiseptique des milieux de l'organisme. Quant à l'atténuation que peuvent subir les virus dans les humeurs de certains animaux, et particulièrement des vaccinés, on peut, en s'appuyant sur les recherches de M. Bouchard, la rapprocher de l'atténuation qui se produit quand on pratique des cultures dans des milieux artificiels chargés de substances antiseptiques. Remarquons qu'il n'y a pas contradiction entre ces deux résultats différents: de nombreuses expériences nous ont montré que de petites doses de substances antiseptiques peuvent exalter certaines fonctions microbiennes, et particulièrement les fonctions chromogènes; des doses plus élevées entravent et suppriment ces fonctions. Il est légitime de supposer qu'il en est de même pour la virulence: les sérums où le pouvoir pathogène s'exalte sont légèrement antiseptiques; ceux où il s'atténue le sont beaucoup plus; sous ce rapport ce sont les humeurs des animaux vaccinés qui possèdent le pouvoir le plus énergique, qu'il s'agisse de l'augmentation d'une substance bactéricide normale, ou de l'adjonction d'une substance bactéricide nouvelle; celle-ci différerait suivant le microbe contre lequel on a prémuni l'animal, ce qui nous explique pourquoi la vaccination contre un agent pathogène ne donne pas l'immunité contre tous les microbes.

On voit combien les travaux qu'a suscités l'étude du sérum sont fertiles en hypothèses nouvelles; si nous avons insisté sur les principales déductions auxquelles on est conduit, c'est pour bien établir que les résultats déjà obtenus ont ouvert une nouvelle voie à des recherches ultérieures, qui nous montreront jusqu'à quel point sont légitimes les quelques considérations théoriques que nous avons présentées.

Nous tenons à faire remarquer, en terminant, que nous ne prétendons nullement expliquer par les seules propriétés du sérum, toutes les modifications que peut subir dans l'organisme la virulence des microbes; le problème est sans doute fort complexe et plusieurs facteurs doivent intervenir. Néanmoins, au milieu des causes multiples qu'on peut invoquer, il en est une dont l'influence semble établie sur des preuves expérimentales; c'est ce qui nous a

engagé à résumer les principaux travaux qui ont été publiés sur ce sujet.

Les résultats obtenus nous permettent de conclure, dès maintenant, qu'il existe un parallélisme presque parfait entre les modifications que peut subir la virulence des agents pathogènes dans l'organisme d'un animal vivant et dans le sérum pro-

venant de cet animal. Ainsi se trouve établi le rôle que joue l'état chimique des humeurs et des tissus dans le mécanisme de la réceptivité morbide et de l'immunité.

D^r G.-H. Roger.

Préparateur du Laboratoire de Pathologie générale à la Faculté de Médecine de Paris.

REVUE ANNUELLE DE PHYSIQUE

Les recherches relatives à l'étude des phénomènes physiques se multiplient dans deux sens différents : d'une part, on s'efforce de pénétrer plus intimement dans la connaissance complète des faits, de déterminer avec la plus grande précision possible toutes les constantes numériques relatives à ces phénomènes, et d'utiliser ces données pour discuter les hypothèses admises, les compléter ou les modifier; d'autre part, on fait bénéficier les applications pratiques de toutes les connaissances acquises. Sans avoir la prétention d'être complet dans cette révision des progrès de la Physique, nous signalerons dans ces deux sens les travaux qui nous ont paru susceptibles d'être exposés sans avoir à entrer dans de trop longues explications : nous avons dû négliger quelques recherches dont nous ne méconnaissons pas cependant l'intérêt, espérant qu'il nous sera donné plus tard d'avoir l'occasion d'y revenir.

I

On peut dire absolument que toute expérience mettant un fait nouveau en évidence est intéressante, car il est impossible de prévoir si elle ne contient pas en germe une nouvelle branche de la science. Mais il est naturel que l'attention soit plus vivement appelée sur les expériences qui apportent la solution d'un problème depuis longtemps cherché, ou qui viennent confirmer ou infirmer les hypothèses par lesquelles on cherche à expliquer les faits. Dans cet ordre d'idées, plusieurs recherches en optique méritent de nous arrêter quoiqu'elles aient été déjà signalées dans la *Revue*.

Nous parlerons d'abord des expériences de M. Otto Wiener¹ relatives aux interférences de la lumière polarisée dans des conditions particulières. Si l'on considère un faisceau de lumière parallèle tombant sur une surface réfléchissante plane, le faisceau réfléchi pourra dans des conditions convenables interférer avec le faisceau incident : comme

pour la réflexion du son, il y aura des ondes stationnaires, résultant de la composition des mouvements. Il est facile de se rendre compte que, par exemple, les lieux des points où il y aura interférence sont des plans parallèles à la surface réfléchissante. La distance de ces plans dépend de la longueur d'onde et de l'inclinaison de la lumière par rapport à la surface réfléchissante : elle est de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde. Aussi peut-on mettre aisément en évidence l'existence des plans nodaux pour les phénomènes acoustiques; pour les phénomènes lumineux, les plans nodaux sont nécessairement très rapprochés.

Il y a 25 ans environ, M. Zenker, étudiant les phénomènes d'interférence qui peuvent se produire dans le cas de deux faisceaux se rencontrant à angle droit, montra que, s'il s'agit de lumière polarisée, le plan de polarisation étant pour ces deux faisceaux parallèle à ces faisceaux, il devra y avoir interférence si la vibration lumineuse est perpendiculaire au plan de polarisation (comme Fresnel a été conduit à l'admettre); mais qu'il ne saurait y avoir interférence si la vibration lumineuse est dans le plan de polarisation. Malheureusement, la distance qui sépare les plans nodaux est tellement petite qu'on ne pouvait mettre leur existence en évidence, les franges correspondantes n'étaient pas directement observables. M. Wiener est parvenu d'une manière extrêmement ingénieuse à réaliser des conditions permettant d'observer ces franges.

Il s'agissait d'abord d'avoir deux faisceaux polarisés, perpendiculaires l'un à l'autre et capables d'interférer; pour y arriver, M. Wiener fait tomber un large faisceau polarisé sur une surface réfléchissante plane sous l'incidence de 45°; le faisceau réfléchi est bien perpendiculaire au faisceau incident, et, dans la partie commune aux deux faisceaux, existent des plans nodaux si l'interférence a pu se produire.

Pour mettre en évidence l'existence de ces plans nodaux, M. Wiener a eu recours à la photographie; il a employé une surface sensible, pellicule de

¹ Voir *Revue Générale des Sciences*, 30 janvier 1891, page 64.

collodion ioduré excessivement mince ($\frac{1}{30}$ de longueur d'onde d'épaisseur); pour séparer les franges qui, comme nous l'avons dit, sont extrêmement rapprochées, pour les étaler, il a placé cette surface très obliquement par rapport à la surface réfléchissante et, par suite, très obliquement aussi par rapport aux surfaces nodales : la distance des intersections de deux surfaces nodales consécutives par la surface sensible dépend naturellement de cette inclinaison qui a pu être choisie assez grande pour que l'intervalle de ces intersections devint appréciable. Dans ces conditions, M. Wiener a obtenu des franges si le plan de polarisation est parallèle aux faisceaux; il n'en a pas obtenus s'il leur est perpendiculaire. En réalité, il a obtenu les deux résultats simultanément, en faisant usage d'un faisceau incident qui tombe d'abord sur un large spath orienté de façon que la section principale soit parallèle au plan d'incidence sur la surface réfléchissante; ce spath donne deux faisceaux polarisés rectangulairement qui se réfléchissent l'un et l'autre de la même manière et agissent également sur la surface sensible; mais tandis que pour l'un on a des franges sur cette surface, on a une partie uniformément impressionnée pour l'autre.

Ces résultats, nous le répétons, semblent justifier immédiatement l'hypothèse faite par Fresnel sur la direction des vibrations. Toutefois, il faut bien le reconnaître, la question n'est pas aussi simple qu'elle le paraît au premier abord, et tandis que M. Cornu avait présenté cette expérience comme absolument démonstrative, M. Poincaré a présenté des objections dont il importe de tenir compte ¹.

Pour bien faire comprendre la difficulté qui se présente, nous reprendrons une comparaison déjà indiquée par M. Potier ². On sait que, en acoustique, on peut étudier les ondes stationnaires dans la réflexion, dans les tuyaux par exemple, soit à l'aide du tambour à membrane de Seebeck, soit à l'aide des capsules manométriques de Kœnig : les tambours sont sensibles aux déplacements, les capsules sont sensibles aux variations de pression. Ces deux appareils ne fonctionneront donc pas de la même façon : les tambours vibreront aux ventres où le déplacement atteint la valeur maxima, mais les flammes des capsules ne varieront pas en ces points, car la pression n'y change pas. Ce serait naturellement l'inverse aux nœuds.

Les conséquences qui ont été tirées des expériences de M. Wiener supposent que la pellicule

sensible est impressionnée comme le tambour de Seebeck : que, par conséquent, elle subit des changements aux ventres et n'en subit pas aux nœuds; or c'est là une hypothèse qui n'est point démontrée, et il pourrait se faire que ce fût le contraire qui fût la réalité. Dans ce cas on reconnaît par le calcul que les conclusions devraient être absolument interverties et les expériences de M. Wiener conduiraient à admettre que, contrairement aux idées de Fresnel, la vibration lumineuse est dans le plan de polarisation.

Ce n'est point ici le lieu de traiter la question à fond, ni de discuter ou seulement d'exposer les arguments qui ont été présentés. Nous voulions seulement montrer que la question n'est pas aussi simple qu'elle pourrait le paraître au premier abord et nous nous bornerons à dire en terminant que si M. Poincaré a fait des réserves sur la valeur absolument concluante des expériences de M. Wiener, il pense cependant que, pour diverses raisons, l'hypothèse de Fresnel est la plus probable.

Une autre question d'optique dont le retentissement dans le public a été plus considérable parce qu'elle correspond à un effet plus généralement compréhensible, c'est la reproduction photographique des couleurs obtenues par M. Lippmann. ³ Il y a intérêt à rapprocher cette question de la précédente, non au point de vue des résultats, mais au point de vue de l'explication.

Nous venons de dire qu'il se produit des interférences entre la lumière incidente et la lumière réfléchie, interférences qui se traduisent par la production de plans nodaux. Si la lumière est normale à la surface réfléchissante, on reconnaît aisément que la distance qui sépare ces plans nodaux est égale à la demi-longueur d'onde (en admettant qu'il s'agisse de lumière simple) : cette distance variera avec la nature de la lumière. Si l'on produit ces interférences dans une couche sensible continue, le sel d'argent sera donc impressionné, et du métal se déposera principalement dans les points où l'action est maxima; ces dépôts maxima constitueront, pour une lumière donnée, des plans parallèles dont la distance sera égale à une demi-longueur d'onde.

Considérons, maintenant, la plaque sensible après qu'elle aura été fixée : elle comportera dans son épaisseur une série de couches d'argent susceptibles de réfléchir la lumière, la réflexion étant maxima aux points où la quantité d'argent sera la plus grande, c'est-à-dire sur des plans équidistants d'une demi-longueur d'onde. Si sur cette plaque nous faisons tomber de la lumière blanche,

¹ Voir C. R. de l'Acad. des Sc. du 9 février 1891, p. 325 et 329.

² Voir C. R. de l'Acad. des Sc. du 46 février 1891, p. 365 et 383.

³ Voir Revue Générale des Sciences, 15 février 1891, t. II, p. 96.

il se produira le phénomène connu des lames minces, et par réflexion la composition du faisceau sera changée : la lumière dont la longueur d'onde est le double de l'épaisseur de la lame mince, c'est-à-dire le double de la distance de deux lames d'argent, a par réflexion une intensité maxima, intensité qui décroîtra rapidement pour les autres lumières, si bien que la coloration observée sera à peu près celle qui correspond à la lumière d'intensité maxima. Mais celle-ci est précisément celle dont l'action a provoqué le dépôt d'argent, puisque la distance qui sépare deux couches d'argent est la moitié de la longueur d'onde de l'une et de l'autre lumières. Donc une plaque impressionnée par une lumière simple reproduira à peu près la même coloration lorsqu'elle sera éclairée par de la lumière blanche.

Concevons maintenant que sur une plaque sensible on produise un spectre : en chaque point du spectre, il se manifestera des effets analogues à ceux que nous venons d'indiquer ; mais d'un point à l'autre variera la distance qui sépare les couches d'argent. Lorsqu'on aura fixé l'épreuve, la plaque éclairée par de la lumière blanche paraîtra donc teinte de couleurs différentes aux différents points ; la coloration en chaque point étant sensiblement celle correspondant à la lumière qui a agi en ce point, on aura une image qui reproduira sensiblement le spectre avec ses couleurs.

L'idée est très ingénieuse : sa réalisation présentait d'ailleurs de réelles difficultés que M. Lippmann a vaincues habilement. L'une d'elles, et non la moindre, consistait dans l'hétérogénéité de la couche sensible : dans les plaques photographiques ordinaires, le sel d'argent n'est pas uniformément réparti ; il se présente sous forme de grains disséminés irrégulièrement, grains très petits, il est vrai, mais dont les dimensions ne sont pas négligeables par rapport aux longueurs d'onde, et par suite, par rapport à la distance qui doit séparer les couches d'argent déposées. M. Lippmann a dû préparer des plaques d'une manière spéciale. Quant à la surface réfléchissante, il a employé le mercure : la plaque sensible, sèche, constituait une paroi d'un vase dans lequel on versait du mercure qui se trouvait ainsi directement en contact avec la couche impressionnable.

Nous avons dit que, dans le cas d'une couche mince comprise entre deux lames d'argent, les couleurs ne sont pas pures. En réalité, elles se rapprochent de la pureté, parce qu'il y a plusieurs couches successives qui agissent simultanément, 200 environ pour une couche de $\frac{1}{200}$ de millimètre d'épaisseur ; on sait que, dans des cas de ce genre, la pureté des couleurs croît avec le nombre des surfaces réfléchissantes.

Nous ne voulons pas faire ici l'historique des recherches qui ont été faites antérieurement pour la reproduction photographique des couleurs ; nous rappellerons seulement que Ed. Becquerel avait obtenu des résultats satisfaisants par l'emploi du sous-chlorure d'argent¹. Malheureusement les images obtenues ne peuvent être fixées absolument et disparaîtraient si elles étaient soumises à une action un peu prolongée de la lumière du jour. Il va sans dire que rien de semblable ne doit être à craindre pour les images colorées obtenues par M. Lippmann ; elles peuvent être fixées absolument comme toute autre image photographique et deviennent absolument indélébiles.

Les résultats obtenus sont fort curieux ; mais, il faut le reconnaître, ils ne résolvent pas absolument le problème de la reproduction photographique des objets colorés.

Nous ne voulons pas seulement parler du temps nécessaire à la production de ces épreuves, temps qui est considérable et qui limiterait beaucoup les applications que l'on pourrait faire. Nous admettons sans peine qu'on pourra trouver d'autres substances qui seraient impressionnées convenablement dans un temps beaucoup plus court. La véritable difficulté nous paraît être dans les effets qui se produiront lorsque la plaque sensible sera impressionnée, non par une couleur simple, mais par une couleur composée. Considérons seulement le cas de deux lumières différentes : chacune d'elles donnera lieu, à ce qu'il nous semble, à la production de couches d'argent comme si elle était seule : il y aura donc dans la couche sensible deux systèmes différents, indépendants, de surfaces réfléchissantes : les distances entre deux couches consécutives seront absolument variables aux diverses profondeurs et nulle part, à peu près, ne seront les distances correspondant aux couleurs qui ont agi. Comment se comportera dans la lumière blanche un semblable système de lames minces ? Nous avouons que cela nous semble au moins difficile à prévoir ; lors même que l'on supposerait que, seules, les lames minces les plus superficielles agiraient lors de la réflexion, nous ne savons quelle coloration on pourra observer, mais nous doutons qu'elle ait quelque ressemblance avec celle de la lumière composée dont on aura fait usage pour produire l'impression photographique.

Il n'en est pas moins vrai, quelles que doivent être les applications qu'il sera possible de faire, que les résultats obtenus par M. Lippmann ont un réel intérêt, d'autant qu'ils ne sont certainement pas dus au hasard, à des tâtonnements heureux,

¹ Voir la *Revue* du 30 mai 1891, t. II, p. 352.

mais à l'application raisonnée de considérations théoriques.

Les questions d'optique théorique ont été l'objet de diverses études intéressantes que nous ne pouvons même indiquer toutes d'une manière complète : c'est ainsi que nous signalerons seulement les recherches de M. Carvallo sur l'influence du terme de dispersion de Briot sur les lois de la double réfraction. De ses expériences M. Carvallo arrive à conclure que la vibration lumineuse est perpendiculaire (ou au moins à peu près perpendiculaire) au plan de polarisation ; — de M. Macé de Lépinay sur les franges d'interférence ¹ ; — de M. Gouy sur une propagation anormale des ondes qui rend compte d'une difficulté que présentait le principe d'Huyghens relativement à une avance de $1/4$ de vibration qu'il fallait admettre dans des conditions déterminées.

II

La découverte des relations intimes qui existent entre la chaleur et le travail mécanique donne un intérêt réel aux recherches quantitatives relatives aux actions calorifiques, alors même qu'on n'en voit pas l'application immédiate, car on peut penser qu'on pourra utiliser, tôt au tard, toutes les déterminations faites avec précision pour faire avancer telle partie de la science avec laquelle ces déterminations ne paraissent pas toujours avoir de rapport. C'est pourquoi il nous paraît particulièrement intéressant de signaler les principaux travaux qui ont été faits sur la chaleur.

Nous indiquerons d'abord les nouvelles mesures effectuées par M. d'Arsonval sur l'équivalent mécanique de la chaleur : il a employé, d'une manière générale la méthode de Foucault et de Violle, c'est-à-dire la production de chaleur par l'intermédiaire d'une masse de cuivre tournant dans un champ magnétique ; les particularités de ces recherches consistent d'une part dans l'application d'un régulateur de vitesse nouveau appliqué à la dynamo qui produit et entretient la rotation de l'aimant (car, dans ces expériences, c'est le champ magnétique qui se déplace, la masse de cuivre restant fixe) ; d'autre part dans la mesure de la quantité de chaleur produite, mesure qui a été faite par la méthode calorimétrique à température constante, précédemment inventée par M. d'Arsonval. Les résultats numériques sont assez satisfaisants car ils donneraient pour l'équivalent mécanique de la chaleur des valeurs comprises entre les nombres 419 et 427. L'appareil employé permettait d'absorber seulement 5 kilogrammètres par seconde : M. d'Arsonval se propose d'en faire fonctionner un

autre beaucoup plus puissant, ce qui permettra de considérer comme négligeables quelques petites causes d'erreur qui n'ont pu être éliminées.

Dans un autre ordre d'idées, ayant cependant quelque analogie avec les précédents, nous signalerons les recherches effectuées par M. Merritt et par M. Tumilz, sur l'équivalent mécanique de la lumière. M. Tumilz s'est proposé de déterminer la quantité totale de chaleur rayonnée par une lampe ayant une intensité connue ; puis, la quantité de chaleur qu'elle transmet lorsque les radiations qu'elle émet ont traversé une dissolution d'iode dans le sulfure de carbone qui ne laisse passer que la chaleur obscure. La différence représente la quantité de chaleur qui accompagne les radiations lumineuses. Pour une lampe à acétate d'amyle valant 0,05 étalon Violle, M. Tumilz a trouvé 0,00361 calorie-gramme par seconde. M. Merritt a comparé à la lumière et à la chaleur l'énergie électrique d'une lampe à incandescence : il évalue la chaleur obscure par l'échauffement d'un calorimètre à eau dans lequel est placée la lampe (nous passons sous silence les corrections nécessaires) ; connaissant l'énergie électrique fournie à la lampe, on en déduit ce qui répond à la production de radiations lumineuses et l'on compare le nombre obtenu à l'intensité lumineuse ; sans donner de chiffres, nous dirons seulement que M. Merritt a reconnu que le rendement lumineux de l'énergie augmente rapidement quand augmente la dépense d'énergie.

L'étude des chaleurs de vaporisation dans des circonstances variées a été l'objet de diverses recherches parmi lesquelles nous signalerons celles de M. Dieterici et celles de M. Mathias.

M. Dieterici s'est occupé spécialement de la vaporisation de l'eau à 0°, question intéressante, car elle permet de vérifier la formule donnée par Regnault à la suite d'expériences qui ne s'étendaient pas jusqu'à cette température. Le nombre trouvé, 597^{cal}, concorde assez bien avec la formule classique.

M. Mathias a étudié spécialement la vaporisation des gaz liquéfiés, l'acide carbonique, le protoxyde d'azote ; sans donner les résultats divers auxquels M. Mathias a été conduit, nous insisterons spécialement sur la méthode calorimétrique qu'il a employée ¹ ; il s'est proposé d'opérer à température constante, condition nécessaire pour la détermination de la chaleur de vaporisation, car cette quantité varie rapidement avec la température. Il fallait donc compenser à chaque instant, la perte de chaleur due à la vaporisation même ; il arrivait à produire la compensation en versant dans l'eau du calorimètre de l'acide sulfurique. Le poids de l'acide sulfurique employé pendant l'expérience

¹ Voyez la *Revue* du 30 décembre 1890, t. I, page 770.

¹ Voyez la *Revue* du 30 avril 1890, t. I, page 245.

permettait d'évaluer la quantité de chaleur; des expériences préalables avaient, en effet, fait connaître la quantité de chaleur dégagée par la dilution de cet acide. Il y a là une méthode qui est susceptible de rendre des services dans les recherches calorimétriques.

Nous n'abandonnerons pas les questions relatives à la chaleur sans dire quelques mots du changement d'unité de quantité de chaleur qui a été proposé par quelques savants et qui est actuellement en discussion. On sait que l'unité de chaleur, la calorie, est la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 0 à 1° la température d'une masse d'eau égale à l'unité. On conçoit qu'il est difficile d'obtenir aisément la condition de variation de température que cette définition comporte; comme, d'autre part, il n'y a pas proportionnalité entre les variations de température et les quantités de chaleur, on ne peut aisément déduire la quantité de chaleur fournie à l'eau d'une variation quelconque de température, même dans des limites restreintes. Pour éviter ces difficultés, on propose de prendre, pour unité de quantité de chaleur, la centième partie de la quantité de chaleur qu'il faut fournir à l'unité de masse d'eau pour la faire passer de la température de la glace fondante à celle de l'eau bouillante sous la pression normale, quantité que l'on peut obtenir assez facilement.

On ne saurait faire, à notre avis, d'objection absolue à cette proposition : la relation entre la température de l'eau et la quantité de chaleur ne serait plus celle qui a été déterminée, mais elle serait de même forme, ni plus simple, ni plus compliquée. M. Berthelot, dont l'opinion, dans ces questions, a une valeur incontestable, estime que l'on n'arriverait pas à une plus grande précision dans la détermination de la calorie moyenne; il voit en outre à cette substitution l'inconvénient d'avoir à réviser et remanier toutes les déterminations faites depuis Lavoisier jusqu'à ce jour : au point de vue pratique, il pense qu'il serait préférable de prendre la calorie moyenne entre 0 et 15° plus facile à obtenir dans les expériences du laboratoire. L'adoption de cette unité entraînerait également des changements dans les données numériques actuellement employées. Dans notre opinion, il serait fâcheux d'introduire une donnée arbitraire de plus (la température de 15°) dans les unités se rapportant aux phénomènes calorifiques; il nous semble que si l'on devait se résigner à modifier tous les résultats numériques acquis jusqu'à ce jour, il conviendrait de le faire seulement lorsqu'il sera possible de rattacher avec précision les unités de chaleur au système général d'unités tel qu'il est défini pour d'autres parties de la physique. L'avantage qu'il y aurait à sup-

primer le degré centigrade et par suite la calorie et à rattacher les mesures calorimétriques aux mesures mécaniques et électriques nous paraît tel que lorsqu'il sera possible de le faire avec une approximation suffisante, il conviendra de le faire, même au prix d'une révision complète de tous les résultats numériques obtenus jusqu'à ce jour.

III

Les phénomènes électriques ont donné lieu à de nombreuses recherches; mais il ne s'y est pas manifesté de faits présentant une importance capitale; obligé de nous limiter, nous passerons sous silence, en le regrettant, divers travaux que nous aurons sans doute ultérieurement l'occasion de rencontrer et d'analyser, et nous indiquerons rapidement quelques-uns des progrès réalisés par l'application des propriétés des courants à diverses industries. Ces applications deviennent de plus en plus nombreuses, en même temps que se généralisent celles qui sont déjà entrées dans la pratique; nous nous bornerons à l'indication de progrès nouveaux.

Les communications téléphoniques prennent une importance constamment croissante : d'abord limitées à de petites distances, à l'enceinte d'une ville, elles se sont assez promptement étendues, devant inter-urbaines, avec cette condition que les conducteurs utilisés pour le téléphone servent en même temps à la transmission des dépêches télégraphiques. Un pas de plus est fait depuis le 1^{er} avril dans l'extension de ce moyen de communication, et le téléphone fonctionne de Paris à Londres, en traversant la Manche à l'aide d'un câble sous-marin. Le succès de cette opération pouvait être prévu, car la transmission par câble sous-marin avait déjà été obtenue sur une ligne qui fonctionne depuis plus d'un an entre Buenos-Ayres et Montevideo.

On sait que les difficultés qui se présentent dans ce cas proviennent de la résistance de la ligne et de sa capacité; il résulte de recherches diverses, et notamment de celles effectuées par M. Preece, que la transmission est bonne dans une ligne tant que le produit de sa résistance évaluée en ohms par sa capacité évaluée en microfarads ne dépasse pas 10.000; mais que les communications sont mauvaises ou impossibles lorsque ce produit atteint 15.000. En fixant pour la ligne Paris-Londres les données de la ligne terrestre et du câble sous-marin, telles que le produit fût égal à 6.000, on était donc assuré d'être dans de bonnes conditions; c'est, en effet, ce que l'expérience a prouvé, mettant ainsi en évidence la valeur de la règle adoptée.

Il est inutile d'entrer dans le détail des disposi-

tions adoptées, dispositions qui ne diffèrent pas de celles que l'on rencontre dans les lignes téléphoniques et dans les câbles sous-marins. Nous nous bornerons à dire que des essais de transmission faits avec des appareils nouveaux ont parfaitement réussi; ces appareils sont des téléphones Roulez qui présentent quelques dispositions particulières.

Nous signalons l'année dernière la lenteur avec laquelle pénétrait en France l'usage des transformateurs dans les distributions d'électricité; il semble que ces appareils commencent à entrer dans la pratique industrielle. Les transformateurs sont destinés à fonctionner sous l'influence de courants alternatifs à haute tension circulant dans un réseau principal et à fournir dans un circuit secondaire des courants alternatifs de moindre tension. Des transformateurs viennent d'être établis à Paris, dans les magasins de la Belle Jardinière pour l'éclairage électrique; nous ne pouvons entrer dans le détail des dispositions adoptées: nous nous bornerons à dire que le courant produit à l'usine municipale des Halles est de 45 ampères, avec une différence de potentiel de 2.400 volts et que, à l'aide de onze transformateurs, on obtient des courants dans trois circuits distincts, ces courants correspondant respectivement à 100 volts et 220 ampères, 100 volts et 480 ampères, 60 volts et 800 ampères. Nous croyons intéressant de signaler cette application importante d'un procédé qui, certainement, se généralisera.

Le domaine industriel des actions électrolytiques paraît en voie d'extension continue. La production de l'oxygène et de l'hydrogène à bas prix a été étudiée par M. le Commandant Renard, qui est arrivé à employer des dispositions qui avaient été déjà signalées par M. d'Arsonval, puis par M. Latchinoff: mais l'étude du Commandant Renard a été faite en vue d'une application à une grande usine et montre que la production de ces gaz doit être peu coûteuse; il serait à désirer que cette application fût réalisée et que l'on pût employer en grandes quantités l'hydrogène et l'oxygène qui peuvent rendre de réels services dans des circonstances variées, sans entraîner à des dépenses notables, comme cela est actuellement.

Signalons une curieuse application de l'électrolyse au retailage des limes. L'idée est ancienne: elle a été signalée il y a plus de trente-cinq ans par M. Landrin, puis reprise et brevetée en 1868 par MM. de la Tour du Breuil, Baynes et Dienheim Brochoek; enfin M. Personne a appliqué, en le simplifiant, un procédé analogue: les limes à retailer sont plongées dans de l'eau acidulée et forment le pôle négatif d'une pile dont le pôle positif est un charbon; sous l'influence d'un courant qui prend

naissance, le métal est attaqué, mais non pas uniformément, et les parties saillantes sont avivées progressivement: au bout d'une demi-heure environ, l'opération est terminée. Ce procédé qui, presque sans main-d'œuvre, permet de rajeunir, pour ainsi dire, des limes usées, est ingénieux et mérite d'être signalé.

L'électricité commence à intervenir dans la métallurgie et il est possible que son emploi amène, dans certains cas, de profondes modifications dans les conditions de cette industrie. Actuellement, c'est principalement à la production de l'aluminium que l'électricité a été employée; plusieurs procédés sont mis en œuvre.

Le procédé Cowles ne produit pas de l'aluminium pur, mais seulement des alliages de ce métal avec du fer ou avec du cuivre; il consiste à faire passer un courant très intense dans un creuset brasqué qui contient de l'alumine mélangée de fer ou de cuivre. L'alumine est fondue par suite de la haute température qui se produit; elle est alors décomposée par le charbon; l'aluminium mis en liberté se combine au fer ou au cuivre. Il semble certain que le courant électrique n'intervient, dans cette réaction, que comme produisant un grand dégagement de chaleur, car on obtient des résultats semblables par l'emploi de courants continus ou par l'emploi des courants alternatifs.

Le procédé de M. Hérault, qui est employé en France pour obtenir des alliages d'aluminium, présente quelque analogie avec le précédent.

M. Minet, mettant à profit les recherches qui avaient été faites antérieurement pour la préparation de l'aluminium par une véritable électrolyse, est parvenu à un procédé qui paraît susceptible d'être utilisé tout à fait industriellement. Il y arrive en produisant par le passage d'un courant intense d'abord la fusion de la cryolithe (fluorure double d'aluminium et de sodium), puis la décomposition partielle de ce sel. Il obtient un bain de composition constante, ce qui est nécessaire, en ajoutant en proportions convenables de l'alumine, suivant la marche de l'opération.

Les résultats paraissent réellement satisfaisants au point de vue du rendement et de la pureté du métal obtenu; s'il ne survient pas de mécompte, le prix de l'aluminium baissera et les applications de ce métal deviendront plus nombreuses.

L'électricité agit certainement aussi par une action chimique dans une opération qui, indiquée il y a plus de trente ans, puis abandonnée, est soumise actuellement à l'épreuve de la pratique et suscite de vives discussions: nous voulons parler du tannage par l'électricité. Les peaux dont on a enlevé les poils et qu'on a dégraissées sont introduites avec un liquide spécial, contenant du

tannin, dans un tambour en bois animé d'un mouvement de rotation autour d'un axe horizontal : des plaques métalliques placées sur les fonds du tambour servent d'électrodes pour le passage d'un courant. Pour un lot de peaux de 500 à 1.000 kilogrammes, on emploie un courant de 10 ampères et de 70 volts : l'opération dure de 1 à 4 jours, suivant la nature des peaux. Après ce temps les peaux sont tannées. Si l'on songe que, par les procédés ordinaires, le tannage dure plusieurs mois, une année même, on comprend quelle sera l'importance de l'emploi de l'électricité s'il est prouvé que les résultats obtenus sont comparables à ceux obtenus par le tannage en fosse. A cet égard, et bien que le procédé que nous venons d'indiquer et qui est dû à MM. Worms et Bale soit essayé et même employé dans plusieurs pays, l'accord ne s'est pas fait et, malgré des avis autorisés, certaines personnes pensent que les peaux ainsi préparées ne sont pas réellement tannées. Quoiqu'il en soit, et même en admettant que, au point de vue de l'industrie pratique, les résultats ne soient pas absolument satisfaisants actuellement, il n'en est pas moins certain que le courant électrique produit une action spéciale qui n'a pas encore été complètement analysée, et l'on peut espérer qu'une étude détaillée des conditions de l'opération conduira à améliorer assez les produits que celle-ci fournit pour qu'ils puissent être substitués à ceux du tannage en fosse.

Dès que l'action électrolytique ne s'exerce plus sur des composés métalliques ou au moins sur des composés chimiquement définis et relativement simples, il est difficile de prévoir les effets qui se produiront, il est même souvent difficile d'expliquer les effets observés. Ces effets n'en sont pas souvent moins intéressants et même susceptibles d'applications : nous venons d'en signaler un, nous pouvons en faire connaître d'autres.

C'est ainsi que la purification et le vieillissement des alcools par l'électricité paraît devoir donner des résultats pratiques satisfaisants; déjà indiquée et appliquée par MM. Naudin et Schneider, il y a quelques années, cette méthode a été perfectionnée par M. de Méritens qui pense employer un nouveau procédé non seulement pour épurer les alcools, mais aussi pour retarder la transformation des jus fermentescibles. Les aldéhydes et acétones dont la présence est une des causes d'infériorité de l'alcool sont détruits par suite des actions chimiques qui prennent naissance par l'effet du passage du courant.

Nous devons signaler aussi le procédé de purification des alcools par l'action de l'ozone qui est appliqué à l'usine Teilliard : l'action chimique qui amène la destruction des matières de mauvais

goût, n'est pas due directement à l'action de l'électricité; mais la production de l'ozone est la conséquence des décharges obscures qui se produisent dans des tubes en verre où circule un courant d'oxygène; de telle sorte que ce procédé de purification des alcools repose également sur l'emploi de l'électricité.

L'action de l'électricité sur les alcools est une action purement chimique : mais cet agent agit également sur les vins et, dans ce cas, d'après les recherches de M. de Méritens, il semble que les phénomènes observés sont plus complexes : non seulement les vins soumis à des courants alternatifs ont présenté une amélioration, un commencement de vieillissement; mais, de plus, ils sont moins sujets à s'altérer et, même, ceux qui présentaient un commencement d'altération sont restés stationnaires, la maladie n'a pas progressé.

Le vieillissement paraît être un effet analogue à celui qui avait été obtenu déjà pour l'alcool, nous ne nous y arrêtons pas. La conservation des vins, la résistance aux maladies répond à un autre ordre d'idées : on sait que ces maladies sont dues à la présence d'êtres organisés, d'êtres vivants et qu'elles ne peuvent se manifester ou se développer si les êtres vivants sont tués par un procédé quelconque. M. de Méritens, ayant observé que ces organismes sont détruits par les courants alternatifs, proposa de soumettre les vins à l'action de courants présentant de très rapides alternances : les expériences ont confirmé ces prévisions. Il ne s'agit pas ici seulement d'essais de laboratoire de peu de durée : le procédé de M. de Méritens est appliqué sur une assez grande échelle à l'entrepôt de Bercy; d'autre part, des vins traités par l'électricité ont été conservés pendant deux ans, sans avoir présenté de traces d'altération, quoiqu'ils n'aient été soumis à aucun traitement, à aucun soutirage : l'épreuve semble donc concluante et il y a là, à ce qu'il nous semble, une nouvelle application de l'électricité sur laquelle il était bon d'appeler l'attention.

En dehors des êtres microscopiques, des microbes, les autres êtres vivants, végétaux et animaux, subissent-ils l'influence de l'état électrique de l'atmosphère? Il ne paraît pas douteux, pour l'homme au moins, qu'il n'y ait une action, car, quoique la preuve n'en ait pas été donnée absolument, il semble que cet état électrique est la cause du malaise mal défini que l'on éprouve à certains jours, notamment par les temps orageux. Il était intéressant de voir si les végétaux subissent cette influence et de rechercher, dans le cas de l'affirmative, si cette influence est favorable ou non aux progrès de la végétation. Pour cela, il fallait étu-

dier comparativement les croissances de plantes poussant dans les conditions ordinaires, soumises dès lors à l'action de l'électricité atmosphérique et celle de plantes soustraites à cette action : or il est facile de réaliser cette dernière condition, en s'appuyant sur l'expérience connue de Faraday : il suffit en effet d'entourer une plante d'une cage métallique en communication avec le sol pour être assuré que cette plante ne subit pas l'influence de l'électricité ambiante. Bien entendu, cette cage doit être choisie à larges mailles, de manière à ce que sa présence ne modifie pas d'une façon sensible l'action de l'air ni celle du soleil. Les premières recherches qui furent faites à ce sujet ont donné des résultats discordants : certaines plantes croissaient plus rapidement quand elles étaient soustraites à l'influence de l'électricité atmosphérique ; c'était l'inverse pour d'autres plantes.

M. Spechnew a repris ces recherches, les a étendues en les modifiant et les résultats qu'il a obtenus ont été favorables.

Dans une grande ferme du gouvernement de Pskoff, il a disposé en diverses parties d'un champ des supports isolants terminés par des couronnes métalliques munies de pointes en cuivre doré ; ces couronnes étaient réunies entre elles par des fils métalliques, de telle sorte que cet ensemble entretenait au-dessus du champ un milieu électrisé. Or, le rendement de ce champ fut constamment supérieur à celui des champs voisins qui n'étaient pas placés dans les mêmes conditions électriques, et M. Spechnew a conclu de cette expérience que la décharge lente de l'électricité statique facilite aux plantes l'assimilation de l'azote de l'air.

Dans une autre expérience faite au jardin botanique de Kiew, les plantes étaient soumises directement à l'action de courants électriques traversant le sol où elles poussaient ; à cet effet, aux extrémités des plates-bandes on enfouissait verticalement de grandes lames de zinc et de cuivre constituant avec la terre un véritable élément de pile ; ces plaques étaient réunies extérieurement par un fil qui fermait le circuit. On observa pour les plantes soumises à cette action une accélération considérable du développement et une augmentation de dimensions, sans modification dans le goût.

Enfin, M. Spechnew reconnut d'autre part que,

en soumettant, pendant deux minutes des graines à l'action de courants induits, on facilitait la germination : le développement de la plante se faisait dans un temps beaucoup plus court pour les graines électrisées que pour celles qui n'avaient pas subi cette action ; de plus les premières étaient, en général, plus développées.

Ce serait sortir de notre sujet que de montrer l'importance capitale de ces résultats s'il était prouvé qu'ils sont constants et qu'ils n'ont pas été la conséquence de la coïncidence de conditions favorables dans lesquelles l'électricité n'intervient que peu ou point. Les recherches de ce genre doivent donc être suivies avec soin, et il est à désirer qu'elles soient renouvelées pour diverses plantes et dans divers pays.

Un fait qui a été remarqué par M. Spechnew mérite d'être signalé tout spécialement : il a noté qu'une maladie communiquée artificiellement à des betteraves ne s'est pas développée dans des parcelles de terre qui étaient soumises à l'action électrique.

Ce fait est à rapprocher de ceux qui ont été signalés par MM. Apostoli et Laquerrière qui ont reconnu que des bouillons de cultureensemencés de bactéries charbonneuses deviennent stériles lorsqu'ils sont traversés pendant quelques minutes par des courants ayant une intensité minima de 300 milliampères pour une section de 6^{cm}² ; pour des intensités moindres, on obtiendrait seulement une atténuation du virus.

Nous n'insistons pas, car les questions de ce genre sont plutôt du domaine de la physiologie que de celui de la physique pure.

Il en est de même des faits qui ont été observés pour l'action des courants alternatifs sur les êtres vivants, sur l'homme. M. Elihu Thomson a reconnu, par exemple, qu'on obtient des effets égaux pour des courants dont les intensités sont dans le rapport de 1 à 20 si les interruptions sont respectivement de 120 et de 4.508 par seconde. Ces faits nous paraissent mériter d'être signalés dans une Revue de Physique.

C.-M. Gariel,

Professeur de Physique
à la Faculté de Médecine de Paris.
Membre de l'Académie de Médecine.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Brisse (Ch.), Professeur à l'Ecole Centrale et au Lycée Condorcet, Répétiteur à l'Ecole polytechnique. — *Cours de Géométrie descriptive*. 2 vol. gr. in-8°, avec 133 fig. dans le texte (12 fr.). Gauthier-Villars et fils, Paris, 1891.

En dépit de son but modeste, qui est le développement du programme de Géométrie descriptive des classes de Mathématiques élémentaires et de Mathématiques spéciales, l'ouvrage de M. Brisse mérite d'être signalé au public savant pour les remarquables qualités de méthode et d'exposition qui le distinguent. Une claire intuition des vrais besoins de la pratique, partant, des réelles exigences de l'enseignement, car, en de telles matières, celles-ci résultent directement de ceux-là; un esprit véritablement géométrique; un souci constant de la rigueur et de la simplicité; un tour neuf et original; voilà, si nous ne nous trompons, un ensemble de caractères constituant, pour un livre de cet ordre, un mérite qui n'est point banal.

Le premier volume est consacré à la droite et au plan, le second aux cônes, aux cylindres et aux surfaces de révolution.

La solution de tout problème de Géométrie descriptive, c'est-à-dire l'exécution du trait, est toujours précédée de celle d'un problème de Géométrie pure ayant pour but de définir les opérations à effectuer par la méthode graphique. Ce principe, très nettement posé par Hachette et dont l'oubli, trop fréquent, entraîne une confusion regrettable dans l'esprit des élèves, est scrupuleusement observé par M. Brisse. Ce n'est pas un des côtés les moins dignes de remarque du livre. On doit également signaler la très heureuse préoccupation de l'auteur de s'en tenir aux méthodes générales, susceptibles de s'appliquer à tout un ensemble de questions du même ordre. La diversité des procédés particuliers, faite pour charmer l'esprit lorsqu'il s'agit de spéculation pure, est bien loin de constituer un avantage dans le domaine de l'application, où la plus grande généralité doit être recherchée en même temps que le maximum de simplicité. M. Brisse était mis en garde contre la tendance fâcheuse qu'accusent à cet égard certains cours de Géométrie descriptive, par la juste appréciation du but pratique que vise cette branche particulière de la science appliquée, simple exposition méthodique, comme il le remarque très justement, des procédés géométriques employés dans le trait de stéréotomie. Cette saine façon d'envisager le sujet perce dès les premières lignes du livre, à propos de la représentation du point que l'auteur expose telle que les gens techniques, les seuls qui aient en somme à utiliser les procédés de la Géométrie descriptive, ont coutume de l'envisager dans les applications à l'art des constructions, c'est-à-dire abstraction faite du rabattement du plan vertical qui constitue pour les commençants une complication inutile.

Il est à peine besoin de dire que M. Brisse a su, sur de nombreux points, introduire de notables perfectionnements de détails. Nous citerons les suivants : développement d'une section plane d'un cône; branches infinies de l'intersection des cônes et des cylindres; résolution des trièdres; tangentes aux points doubles de l'intersection de deux cônes; courbes d'ombre sur les surfaces de révolution; tangentes aux points doubles de l'intersection d'une surface de révolution par son plan tangent.

Chemin faisant, l'auteur donne des démonstrations

nouvelles et élégantes des diverses propriétés des surfaces du second ordre dont il a besoin. Afin d'éviter toute confusion, ces petites digressions géométriques sont distinguées du corps principal du sujet par une impression en petits caractères et un numérotage spécial.

Nous ne doutons pas qu'avec cet ensemble de belles qualités, le traité de M. Brisse ne soit destiné à devenir promptement classique, et nous estimons que les maîtres n'auront certainement pas moins de profit que les élèves à en tirer.

M. D'OCAGNE.

2° Sciences physiques.

Dumont (Georges), **Leblanc** (M.), et de la **Bé-doyère** (E.). — *Dictionnaire théorique et pratique d'Electricité et de Magnétisme*. Un vol. in-4° de 1000 pages. (30 fr.) Vve Larousse, 15, rue Montparnasse, Paris, 1891.

Nous sommes heureux de signaler à nos lecteurs ce bel in-quarto, où les auteurs, « tous les trois jeunes, pleins d'ardeur et très initiés dans la science qu'ils voulaient vulgariser » comme le dit M. Hippolyte Fontaine dans l'intéressante préface de l'ouvrage, ont condensé en 2,000 colonnes la science, ou plutôt la technique électrique moderne. Imprimé en petits caractères, qui cependant ne fatiguent pas les yeux, grâce à une typographie très soignée, ce dictionnaire contient une quantité prodigieuse de matériaux très bien classés, en général parfaitement équilibrés; l'illustration est suffisante et pas encombrante. La partie pratique ou technique de l'ouvrage l'emporte naturellement de beaucoup sur la partie théorique, trop peut-être, et, bien que les théoriciens puissent en général se passer de dictionnaire dans leur domaine, nous eussions voulu voir donner plus de développement à certains articles, tels, par exemple, que celui qui est consacré à la théorie électro-magnétique de la lumière. Si nous voulions signaler de beaux et bons articles, nous n'aurions que l'embarras du choix; relevons plutôt quelques imperfections : la *convection* est définie comme « transport de l'électricité par l'intermédiaire d'un fluide dont les molécules sont dans un état constant d'oscillation »; mouvement oui, oscillation non. Pour la variation de la résistance électrique avec la température, les auteurs ne citent que les nombres bien vieillis de Matthiessen; nous possédons mieux aujourd'hui, et, depuis que le mercure est devenu le métal étalon, il conviendrait de ne plus lui appliquer (avec quatre décimales) un nombre erroné de 20 pour 100.

Et cet affreux mot « Attractionmètre » ! Il n'est pas permis, Dieu merci, de maltraiter à ce point la langue française; les auteurs n'en sont pas seuls coupables, puisqu'ils n'ont pas la paternité de ce petit monstre; mais c'est déjà trop que d'adopter un pareil enfant.

Les quelques imperfections de ce bel ouvrage sont de cet ordre, et bien faciles à corriger dans une seconde édition. Nous n'en aurions certainement rien dit à propos d'un ouvrage de moindre valeur; mais il ne faut pas oublier que l'on peut se montrer très exigeant à l'égard d'un livre qui est destiné à faire autorité. Notre dernière critique pourrait paraître mesquine, appliquée à ce cas particulier; mais nous avons voulu signaler à cette occasion la fâcheuse tendance qu'ont aujourd'hui beaucoup d'électriciens, d'en prendre trop à leur aise avec le vocabulaire français.

Les auteurs ont eu la très heureuse idée de donner en leur ordre alphabétique la biographie des grands électriciens; c'est une innovation que beaucoup de

ecteurs apprécieront. Terminons par une phrase banale, absolument sincère du reste, en disant que ce nouveau *Dictionnaire d'Electricité* a sa place marquée au bon coin de toutes les bibliothèques.

Ch. Ed. GUILLAUME.

Fernbach (A.) — Recherches sur la Sucrase, diastase inverse du sucre de canne. *Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris, le 26 décembre 1890.* Imprimerie Charaire et fils, Secour, 1891.

Les diastases sont certainement les plus singulières de toutes les substances que la cellule vivante sécrète à l'état normal : comparables à nos réactifs de laboratoire, en ce sens que leur action hydratante peut toujours être reproduite par les acides étendus, les diastases conservent dans leur allure générale cette sensibilité exquise qui est le propre des organismes figurés et en fait des matières presque vivantes encore. La température, la réaction du milieu, le contact de l'oxygène, la lumière, sont autant de circonstances qui modifient leur activité et peuvent même les détruire; il résulte de là, ainsi que M. Fernbach le fait remarquer dès le début de son travail, une impossibilité absolue d'obtenir actuellement ces corps à l'état de pureté complète et par conséquent de connaître leur véritable composition chimique.

Leur étude est cependant l'une des plus intéressantes que puisse aborder la chimie biologique, car le rôle des diastases, en physiologie, est immense : la plus humble cellule en produit, elle les utilise à sa nutrition; c'est même, à elles, qu'elle doit sa naissance, et, si obscurs que soient encore pour nous les phénomènes de la vie, il est permis d'affirmer qu'ils reposent tous, et peut-être uniquement, sur le jeu des diastases; nous ne pouvons donc que nous féliciter de voir apparaître un travail d'ensemble à leur sujet.

M. Fernbach étudie la plus simple de toutes les diastases connues, la *sucrase* ou *invertine*, dont l'effet est de transformer le sucre en sucre inverti, c'est-à-dire en un mélange de glucose et de lévulose; dans la première partie de son travail il examine la sucrase de l'*Aspergillus niger*, qu'il est facile d'obtenir en grande quantité.

On sait depuis longtemps que la présence des acides favorise l'action des sucrares; M. Fernbach nous apprend que cette influence s'exerce à dose infiniment petite, insaisissable même aux réactifs colorés les plus délicats; la dose la plus efficace est fixe pour chacun des acides essayés : elle correspond à $\frac{1}{49000}$ pour l'acide oxalique, à $\frac{1}{100}$ environ pour l'acide acétique; au voisinage de ces nombres, de petites variations dans l'acidité des liqueurs n'ont pas d'influence bien sensible sur les résultats observés; le maximum d'effet est enfin le même pour tous les acides, employés à la dose la plus favorable.

Les alcalis entravent l'action de la sucrase, sans doute à cause de leur action destructive; le contact prolongé de l'air les oxyde, et cette oxydation devient surtout sensible lorsqu'on expose à la lumière une dissolution de sucrase additionnée d'un léger excès d'acide.

M. Fernbach propose alors, en se fondant sur toutes ses observations antérieures, un moyen de doser la sucrase en unités, qu'il définit de la manière suivante :

« L'unité de sucrase est la quantité capable d'invertir 20 centigrammes de sucre en une heure, à la température de 50° et en présence de $\frac{1}{100}$ d'acide acétique. »

En possession de cette méthode, que nous ne pouvons décrire ici en détail, l'auteur étudie le développement de l'*Aspergillus*, au point de vue particulier de la sécrétion des diastases, et il reconnaît que la plante est d'autant plus riche en sucrase qu'elle est plus jeune; les liquides de culture n'en renferment, au contraire, que vers la fin de la végétation, comme si la sucrase ne pouvait se répandre au dehors qu'au moment où cette végétation perd peu à peu sa vigueur ou devient plus pénible.

On sait, au reste, que la sucrase ne se diffuse qu'avec une extrême lenteur et qu'elle est arrêtée presque totalement par la paroi des filtres en porcelaine.

Dans une seconde partie, M. Fernbach expose le résultat de ses recherches sur les sucrares des levures de Tantonville, de pale ale, de Champagne ou du *Saccharomyces Pastorianus*. Loin d'être identiques à celle de l'*Aspergillus*, ces diastases passent aisément au travers des filtres en porcelaine; éminemment sensibles à l'action des acides, elles présentent encore un optimum d'activité qui correspond à $\frac{1}{5000}$ d'acide acétique pour les levures de Tantonville ou de Champagne, à $\frac{1}{2000}$ du même acide pour le *Saccharomyces Pastorianus* ou la levure de pale ale.

La nature du milieu où ces organismes se développent paraît avoir une influence considérable sur la proportion de sucrase qu'ils élaborent; la levure de Tantonville, par exemple, donne des quantités considérables de sucrase lorsqu'on la cultive dans du moût de bière ou dans de l'eau de levure et seulement des traces quand on la transporte dans de l'eau de touraillons sucrée.

Cette différence, que l'auteur attribue à un défaut d'alimentation azotée, ainsi qu'à la nature de l'azote que le végétal assimile, permet de s'expliquer dans une certaine mesure, si l'on se rappelle que plusieurs diastases jouissent de propriétés violemment nocives, le mécanisme de l'atténuation ou de l'exaltation de la virulence chez certains microbes pathogènes.

Une pareille conclusion donne une idée de l'intérêt qui s'attache à l'étude approfondie des diastases; c'est par elle que nous terminerons ce résumé nécessairement incomplet.

Les recherches de M. Fernbach nous enseignent, en un mot, que l'action des diastases est infiniment plus complexe qu'on ne le supposait jusqu'à présent; il reste donc une ample moisson de résultats nouveaux à recueillir au cours de leur étude. Espérons que le travail de M. Fernbach trouvera des continuateurs et que ce chapitre encore presque inexploré de la chimie biologique prendra bientôt l'importance qui lui appartient.

L. MAQUENNE.

3° Sciences naturelles.

Schimper (A.-F.-W.). Zur Frage der Assimilation der Mineralsalze durch die grüne Pflanze. (*Sur l'assimilation des sels minéraux par la plante verte*), *Flora*, Heft III.

Des recherches qui ont été entreprises jusqu'aujourd'hui sur l'absorption et l'élaboration des sels minéraux par la plante sont les unes d'ordre purement chimique, les autres d'ordre anatomique. Il restait à suivre les principes salins, par des méthodes microchimiques, depuis le moment de leur entrée dans la plante jusqu'au lieu de leur emploi, à déterminer les conditions générales de leur assimilation, et à préciser la signification de leurs bases dans les phénomènes nutritifs. C'est là l'objet du travail de M. Schimper.

Un premier chapitre est consacré à l'exposé des moyens d'analyse susceptibles d'être utilisés dans le cours de recherches de ce genre. Une application suivie n'en a guère été faite dans les diagnostics biologiques, tandis que, depuis nombre d'années déjà, les minéralogistes sont en possession de méthodes qui leur permettent de reconnaître avec certitude la plupart des éléments constitutifs des roches.

L'auteur détermine les réactions tantôt sur des objets frais, tantôt sur les cendres de la plante. Quand les précipités obtenus ne se laissent pas facilement caractériser, on peut mettre à profit la méthode de Borodin, qui consiste à traiter la substance présumée par une solution saturée de la même substance, auquel cas il ne doit pas y avoir dissolution.

Bonnons, comme exemple, la manière de procéder dans la recherche des sels de calcium. Dans les cendres

on tâchera de préférence de former le sulfate de calcium, par addition d'acide sulfurique; pour la plupart des plantes, les aiguilles de gypse se forment presque immédiatement, tant il y a de calcium dans les cendres. Dans les suc végétaux, on mettra facilement la chaux en évidence au moyen de l'oxalate d'ammoniaque, qui donne un précipité d'oxalate de calcium. A la température ordinaire, ce précipité se présente en petites pyramides; il est formé au contraire de prismes monocliniques si l'on emploie le réactif bouillant. Lorsque le suc est riche en sels de chaux, on peut provoquer la formation du carbonate de calcium au moyen du carbonate d'ammoniaque; le carbonate calcique se dépose sous forme de petits rhomboïdes très réfringents.

L'auteur donne ensuite les réactifs microchimiques du chlore, du potassium, du magnésium, de l'acide oxalique, phosphorique et nitrique; etc. Le réactif des nitrates est, comme l'on sait, la diphenylamine, qui en présence de ce genre de sels prend une teinte bleue, même lorsqu'il n'y a que des traces de nitrates. L'acide sulfurique offre de grandes difficultés pour la diagnose microscopique.

Pour déterminer les tartrates, par exemple dans la Vigne, on traite les matériaux par le chlorure de calcium, ce qui détermine la précipitation du bitartrate de calcium, en cristaux du système rhomboïdal, solubles dans l'acide acétique étendu.

Un second chapitre traite de la répartition et du transport des principes minéraux dans la plante.

Dans la graine il est fort difficile de mettre en évidence la présence des sels minéraux, et la recherche microscopique donne le plus souvent un résultat négatif. Cela tient à ce que ces sels, du moins les phosphates, se trouvent en majeure partie à l'état de combinaison lâche avec des principes albuminoïdes. Par contre, des phosphates, des chlorures, des nitrates ont pu être reconnus dans divers rhizomes, par exemple dans les tubercules de la Pomme de terre. Dans les points végétatifs de pousses diverses, ainsi que dans le mésophylle des feuilles adultes, on ne rencontre pas de phosphates minéraux, mais seulement des combinaisons phosphatées organiques.

Les plantes, on le sait, n'absorbent pas avec la même intensité les sels qu'elles rencontrent dans le sol, ou dans un milieu artificiel. A cet égard, l'auteur a constaté des variations curieuses. Ainsi, certaines plantes n'absorbent que juste la quantité de sels nécessaire à leur consommation immédiate (*Amentacées, Conifères...*); d'autres accumulent les sels dans leur parenchyme, même lorsque le sol n'en contient qu'une fort petite quantité (*Crucifères...*); d'autres enfin absorbent de préférence certains sels, les autres n'étant admis qu'en très minime proportion : l'*Allium Cepa* prend, surtout les phosphates; divers arbres, les chlorures; etc.

Les sels minéraux ne se répandent pas librement dans toute la plante; les méristèmes, les laticifères, les faisceaux libériens, etc. en sont dépourvus, ou mieux ne les contiennent qu'en combinaison avec des principes organiques.

Dans divers méristèmes l'auteur a trouvé les réactions de la potasse et de la magnésie, tandis qu'il n'a pu y distinguer la chaux; les deux premières bases se rencontrent aussi très nettement dans le mésophylle.

L'oxalate de chaux est longuement étudié. Dans les organes autres que les feuilles, l'écorce, par exemple, M. Schimper en rattache la formation, non aux tubes criblés, comme l'indique du reste la répartition des cellules oxalifères, mais au cambium, dans lequel s'accomplissent des actions chimiques intenses, dont résulte la production de l'acide oxalique, puis la précipitation de l'oxalate. Certaines plantes sont dépourvues d'acide oxalique; elles renferment alors des sels à acides organiques variables (acides tartrique, malique...)

L'auteur traite ensuite du rôle de la potasse et de la chaux dans les phénomènes nutritifs. Ces deux bases sortent des organes de réserve sous la forme de phosphates. Dans les méristèmes, le phosphate de

calcium est décomposé : l'acide phosphorique sert à la synthèse de la nucléine, qui s'y poursuit activement, tandis que la chaux s'unit à l'acide oxalique, qui est, comme l'on sait, un produit accessoire de cette synthèse; de la sorte se constituent des raphides. De même aussi se forme de l'oxalate de potassium.

L'importance fondamentale de la chaux dans la plante s'explique, selon l'auteur, par ce fait que sa présence élimine peu à peu l'oxalate acide de potassium, sel nuisible, en le transformant en oxalate de calcium; et on effect, lorsque la chaux vient à manquer, la plante ne tarde pas à périr sous l'effet de l'oxalate de potassium qui est pour elle, à partir d'une certaine dose, un véritable poison. Aussi faut-il envisager l'oxalate de potassium, produit secondaire de l'assimilation des sels minéraux, comme un sel de formation antérieure à l'oxalate de calcium. De la sorte la chaux n'apparaît pas comme un principe constitutif fondamental de la cellule vivante.

Dans la dernière partie de son travail, l'auteur est amené à penser que les conditions de l'assimilation de l'acide nitrique sont les mêmes que celles de l'acide carbonique, savoir : présence de la chlorophylle et de la lumière. L'acide nitrique serait donc réduit par le pigment vert comme l'acide carbonique, avant que son azote puisse être assimilé; il en serait de même pour l'acide sulfurique. Au contraire, l'acide phosphorique des phosphates serait employé comme tel à l'édification des matières organiques, et non au préalable réduit comme les acides précédents. Il va sans dire que de nouveaux faits sont nécessaires pour donner un plus grand fonds de vérité à l'idée générale de l'auteur, savoir : que tous les principes minéraux subiraient leur première élaboration organique dans le parenchyme vert de la plante, particulièrement dans le mésophylle.

Er. BELZUNG.

Chauveau, Membre de l'Académie des Sciences, Professeur au Muséum. — *Le travail musculaire et l'énergie qu'il représente.* — Un vol. in-8°. (8 fr.) — Asselin et Houzeau, éditeurs, place de l'Ecole de Médecine, Paris, 1891.

« Le muscle contracté est un organe qui a subitement acquis une très grande élasticité. » Cette définition résume l'idée essentielle du livre de M. Chauveau. Comme le fait remarquer l'auteur, la conception qu'elle exprime n'est pas nouvelle, car elle se rattache à la théorie jadis émise par E. Weber. Il s'en faut cependant que tous les physiologistes l'aient adoptée. M. Chauveau a fait mieux que de la rajouter : l'étude serrée à laquelle il l'a soumise, les vues personnelles qu'il y a introduites, lui donnent un véritable cachet d'originalité. La notion du *travail* en physiologie ne saurait en effet être considérée comme identique à ce que l'on désigne sous ce nom en mécanique. Le mécanicien ne peut concevoir un travail sans déplacement; aux yeux du physiologiste, au contraire, l'effort déployé pour maintenir un poids en équilibre constitue une réelle dépense d'énergie. M. Chauveau donne à cette dépense le nom de *travail*, prenant d'ailleurs soin de définir, dès le début de son livre, les termes du vocabulaire qu'il adopte.

Dans les conditions statiques, alors, par exemple, que le bras maintient un poids dans une position déterminée, l'énergie dépensée ou, — ce que M. Chauveau regarde comme synonyme, — « l'élasticité de contraction créée », doit répondre à deux objets : l'un, tout intérieur, ayant pour obstacle la résistance du muscle au raccourcissement; l'autre, extérieur, destiné à faire équilibre au poids tenseur. Au moyen d'une série de graphiques, l'auteur montre les relations qui existent entre ces deux facteurs au point de vue de la « création de l'élasticité ». Si le muscle reste dans un état de raccourcissement constant, c'est-à-dire, dans le cas étudié, si le bras forme un angle constant avec l'avant-bras, l'énergie totale, autrement dit, « la création d'élasticité » nécessaire pour maintenir des poids différents au même

niveau » sera fonction uniquement de ces poids. En d'autres termes, à l'état d'équilibre, l'élasticité de contraction ne dépend que du poids tenseur, croît et décroît avec lui. Mais, si l'on étudie diverses positions d'équilibre, il faut naturellement faire intervenir le second facteur, la résistance musculaire, variable avec le raccourcissement : on reconnaît alors que l'élasticité, telle que l'entend M. Chauveau, est en définitive fonction du produit du raccourcissement par la charge.

Pour vérifier ses conceptions, M. Chauveau s'est attaché à déterminer l'échauffement du muscle travaillant en différentes conditions. Ses expériences, qui rappellent celles de Béclard, bien qu'avec des conclusions différentes, ont porté sur le biceps de l'homme ; les variations thermiques, malgré les causes d'erreur inévitables en pareille recherche, constituent encore les meilleures indications du travail fourni par le muscle, car ce travail n'est lui-même que « la substitution de la force élastique de contraction à l'énergie chimique originelle. » La question du raccourcissement musculaire ou de la dépense d'élasticité *cachée*, — par opposition à l'élasticité effective, fonction du poids, — trouve son critérium dans les lectures du thermomètre : pour un même travail externe l'échauffement varie suivant le raccourcissement du muscle.

Ces données s'appliquent aussi, d'après M. Chauveau, à l'état dynamique : l'éminent physiologiste considère le muscle qui soulève une charge comme passant par une infinité d'états statiques. Sa théorie et l'expérience montrent que l'énergie dynamique dépouillée par un muscle soulevant une charge et la ramenant à son point de départ, est égale à la moyenne des quantités d'énergie dépouillées à l'état statique pour maintenir, pendant le même temps, la même charge aux deux points extrêmes de la course. Il existe toutefois un certain écart entre le chiffre théorique et le chiffre expérimental, ce dernier étant légèrement inférieur à la moyenne. M. Chauveau cherche l'explication de cette différence dans l'intervention d'un facteur nouveau : le travail des plaques motrices terminales.

L'auteur a annexé à son livre une partie documentaire très importante, où l'on trouvera ses recherches antérieures sur la dynamique animale, travaux qui l'ont amené à la conception dominante du présent ouvrage.

L. O.

4° Sciences médicales.

Bouloche (Pierre). — Sur la polyarthrite suppurée et les myosites déterminées par le pneumocoque. *Archives de médecine expérimentale, Paris, mars 1891, t. III, p. 252.*

Dans un cas de polyarthrite aiguë chez un enfant de 5 ans, mort d'une pneumonie développée 7 jours après le début des accidents, M. Bouloche a constaté dans le pus articulaire l'existence du pneumocoque de Talamo-Fraenkel. Plusieurs masses musculaires, enflammées et suppurées, contenaient de même des pneumocoques. C'est là une localisation encore inconnue au cours de l'infection pneumococcique.

Henri HARTMANN.

Monin (Dr E.), Secrétaire de la Société française d'Hygiène. — *Formulaire de Médecine pratique* 1 vol. in-8° de 366 pages (Prix : 5 fr.). Société d'éditions scientifiques, 4, rue Antoine-Dubois, Paris, 1891.

Ce livre renferme une multitude de formules. L'auteur les a classées suivant l'ordre des maladies auxquelles elles se rapportent. Il y a fait une grande place aux nouveaux remèdes, dont il importe de faire usage « pendant qu'ils guérissent », fournissant ainsi au lecteur philosophe l'occasion de méditer sur les fluctuations de la pratique médicale.

Dans un « Avis » spirituellement écrit, comme tout ce qui sort de sa plume, le Dr Monin passe en revue cette succession de médicaments que les découvertes de la science ou les caprices de la mode ont rendus célèbres en ces dernières années :

« D'abord, c'est l'accroissement énorme des antiseptiques et des désinfectants, dont la consommation suit parallèlement les progrès de la révolution microbienne : l'acide phénique, par exemple, dont la Pharmacie Centrale fournissait 369 kilogrammes en 1876, atteint, en 1885, 11,217 kilogrammes. Les proportions sont analogues pour l'acide borique, le sublimé, etc. »

« Les salicylates se sont accrécus aussi dans la faveur de l'opinion ; et leur vogue méritée, pour le traitement du rhumatisme et de la goutte, n'est probablement pas près de disparaître. Le fer et l'arsenic fournissent toujours un chiffre invariable et important de médicaments, souverains contre les anémies, l'herpétisme, etc. . . La médication alcoolique (très à la mode vers 1877, à l'époque où nous soutenions notre thèse) a sensiblement perdu du terrain : on commence à lui reconnaître des inconvénients trop réels et spécialement une action souvent offensive sur le tube digestif.

« La caféine, dont les hôpitaux consommaient 10 grammes seulement en 1876, arrive aujourd'hui à 6 kilogrammes ; c'est un tonique du cœur, qui a certainement nuï (est-ce à tort, est-ce à raison ?) à l'antique digitale, reconstituante et régulatrice par excellence du système vasculaire.

« Le chloroforme et l'éther, ces merveilleux agents anesthésiques, voient leur consommation augmenter de jour en jour, à mesure que l'audace de la chirurgie s'accroît et que se multiplient les grandes opérations. La morphine, si puissante dans le combat contre la douleur, monte au chiffre annuel de 17 kilog. : chiffre énorme, si l'on songe que la dose moyenne de ce médicament est un centigramme.

« En 1832, les marais de la Hongrie étaient dépeuplés de leurs sangsues ; mais, depuis cette époque, l'étoile de ces hirudines n'a fait que décroître progressivement ; à partir de 1876, leur consommation a encore diminué de moitié ; et, en 1885, elle ne dépasse guère, annuellement, 26,000. Aujourd'hui, en effet, la dépletion sanguine n'est plus en honneur : la mode est aux toniques et aux déferescents ; et le praticien contemporain semble avoir pris pour devise :

Avec la dernière lancette,
Saignons la dernière sangsue !

« Parmi les autres médicaments dont il faut signaler la marche ascensionnelle, citons le chloral, si précieux contre l'insomnie ; l'aconitine, qui calme les douleurs névralgiques ; l'atropine, qui tarit les sueurs profuses de la ptisie ; l'antipyrine, dont la vogue immense et certainement exagérée a fait, en peu de temps, la fortune des Allemands. L'augmentation incessante des maladies du système nerveux explique fort bien le grand succès des bromures, qui ont pris, de nos jours, une extension colossale, puisque les hôpitaux de Paris en consomment actuellement près de 1,000 kilogrammes par an.

« Pendant que les bromures gagnent du terrain, nos vieux antispasmodiques, jadis si vantés (tels que le camphre, le musc, les valériannes, l'assa-fœtida, le laurier-cerise, etc. . .) tendent à disparaître de la pharmacopée hospitalière. Il en est de même de la veratrine et d'autres alcaloïdes dont le discredit s'explique moins. L'ergotine, ce puissant excitant des muscles de la vie animale, suit, au contraire, une marche ascendante. Le jaborandi décline, malgré ses brillantes promesses d'il y a dix ans : ses défauts sont d'être un agent trop infidèle et d'un secours thérapeutique encore mal défini.

« Gui Patin serait heureux s'il pouvait constater la décadence actuelle des antimonialux et de l'émétique, qu'il appelait si méchamment *tartré stygié*. Il applaudirait aussi aux progrès incessants que font les balsamiques, et notamment la créosote et la térébenthine, contre les affections catarrhales de tout genre.

« L'usage de la viande crue en médecine et en alimentation, celui de la viande ni crue, ni cuite, tendent à diminuer, puisque le ténia ou ver solitaire est actuellement rare à Paris. (La poudre de viande et les vins de peptone remplacent avantageusement la pulpe de viande.) Comme conséquence, le kousso, la fougère mâle, la mousse de Corse, la racine de grenadier et les autres vermifuges sont notablement en baisse. La pepsine, dont les services sont si souvent douteux, est également sur son déclin.

« L'iodure de potassium a doublé, en dix ans, sa consommation (1,079 gr. en 1885). Cet important accroissement tient aux applications multiples de ce médicament, fondant et résolvant par excellence, dont les bénéfices curatifs s'étendent aux affections les plus diverses. Les mercuriaux augmentent aussi, quoique bien moins : ils suivent la diffusion progressive de la syphilis à Paris. »

Pourquoi le Dr Monin a-t-il demandé au Professeur Peyer une préface à son livre ? Il faut avoir le courage de le dire, cette préface ou l'écritain *blague* l'introduction des méthodes précises de la science dans les choses de la médecine, est au-dessous de tout.

L. O.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

La Revue analysera prochainement les travaux de diverses Académies et Sociétés dont, par exception, le compte-rendu n'a pu trouver place dans le présent numéro.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 1^{er} juin 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. A. Pellet : Sur les équations abéliennes. — M. A. Duboin propose, pour apprécier le mouvement vertical des aérostats, un appareil très sensible; c'est un manomètre différentiel de Kretz, rempli d'un côté par de l'essence de térébenthine, de l'autre par un mélange d'eau et d'alcool de densité très peu supérieure; la branche de ce côté peut être fermée par un robinet; un mouvement vertical de l'aérostat de 10 mètres, à partir du moment où l'on ferme le robinet, s'accuse par un déplacement de 10 centimètres de la surface de séparation des liquides.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. F. de Lalande a perfectionné la pile inventée par M. Chaperon et lui, où la réaction consiste à attaquer le zinc par la potasse caustique et à dépoliariser par la réduction de l'oxyde de cuivre; par l'emploi d'agglomérés d'oxyde de cuivre métallisés superficiellement, il donne à ces couples une résistance très faible avec une grande constance. — Une note de M. A. Crova sur l'analyse de la lumière diffusée par le ciel, contient les conclusions du travail communiqué par lui à la séance précédente. — M. Mascart présente le second volume du *Traité d'Optique* dont il a entrepris la publication. — La densité d'un corps au point critique est donnée en fonction des éléments du point critique, pression, température absolue et volumes critiques, par une formule où intervient un facteur F que M. Van der Waals posait égal à 2,67; l'expérience démontre que l'approximation de ce chiffre est insuffisante; d'autre part, M. Sarrau a donné comme expression de F une fonction du coefficient α et β de son équation; mais les valeurs de ces coefficients ne sont connues que pour deux gaz. M. Ph.-A. Guye propose de regarder ce facteur, pour une première approximation, comme une fonction linéaire de la température critique absolue du corps considéré, soit $F = A(1 + B\theta)$; les valeurs numériques de A et B étant déterminées au moyen de données relatives à l'azote et à l'iodobenzène, on a les éléments pour calculer la densité critique; on sait que celle-ci doit être égale au poids moléculaire divisé par 28,87; la formule proposée par M. Guye donne pour huit corps très différents des valeurs de d , qui ne s'écartent que très peu de la valeur $\frac{M}{28,87}$. —

MM. Berthelot et André ont étudié, au point de vue calorimétrique, l'acide humique dérivé du sucre et ses sels, qu'ils avaient étudiés au point de vue chimique dans une communication précédente; les conclusions de leurs recherches sont les suivantes: l'acide humique est un acide polybasique; il se déshydrate partiellement par dissociation; il peut se combiner à trois équivalents de base; la combinaison avec le premier équivalent est très énergique et comparable à la combinaison des acides minéraux forts avec les oxydes alcalins; les deux équivalents suivants dégagent par leur combinaison beaucoup moins de chaleur. Ces matières humiques, comparables à celles du sol, éprouvent ainsi, sous l'influence d'une base, des phénomènes d'hydratation, puis, par l'action inverse des acides, des effets de déshydratation spontanée par dissociation; séries d'effets susceptibles de constituer un mécanisme en vertu duquel les énergies extérieures seraient continuellement introduites dans les réactions chimiques

accomplies pendant le cours de la végétation naturelle. Enfin, l'acide humique est formé depuis les sucres avec dégagement de chaleur, mais ce dégagement ne dépense qu'une portion de l'excès thermique de ces hydrates de carbone sur le carbone et l'eau, susceptibles d'être formés par destruction totale; il en résulte que l'acide humique serait formé également depuis le carbone et l'eau avec absorption de chaleur, c'est-à-dire qu'il renferme un excès d'énergie susceptible d'être dépensé dans le cours des transformations consécutives qui s'opèrent par des actions purement chimiques ou avec le concours des agents microbiens, soit dans le sol, soit au contact du sol et des végétaux.

— M. C. Matignon a fait l'étude thermique des produits d'oxydation de l'acide urique; il a déterminé les chaleurs de combustion de l'allantoïne, de l'alloxane et de l'alloxantine, et la chaleur dégagée par la transformation de l'alloxane en alloxantine sous l'action du protochlorure d'étain; la comparaison des chaleurs de dissolution de l'alloxane sous ses différents états d'hydratation montre que le composé $C_4O_2Az_2H_2$ doit être, conformément à l'hypothèse de Baeyer, considéré comme l'anhydride de l'alloxane, la chaleur dégagée par la première molécule d'eau étant hors de proportion avec l'adjonction d'une molécule d'eau de cristallisation. — M. W. Timofeïew continue ses recherches sur les chaleurs spécifiques des solutions. — MM. A. Joly et E. Leidié indiquent une méthode pour rechercher et séparer les métaux du platine, en particulier le palladium et le rhodium, en présence des métaux communs: cette méthode est fondée sur l'étude antérieurement faite par ces auteurs des combinaisons de ces métaux avec l'acide azotéux. — M. Ferreira da Silva a examiné l'action sur une nombreuse série d'alcaloïdes du réactif proposé par M. Lafon pour la morphine et la codéine, le sulfosclénite d'ammoniaque; avec divers alcaloïdes, ce réactif développe des colorations caractéristiques.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. H. Fischer a étudié l'évolution des organes hépatiques des Mollusques nudibranches pendant la période larvaire libre, en particulier sur l'*Eolis erigia*; ses recherches lui ont montré que le foie de l'adulte est formé en grande partie par le lobe hépatique gauche de l'embryon; par suite, le foie des Nudibranches est homologue de celui des Lamellibranches. — A propos de la note de MM. Prillieux et Delacroix, donnant le nom de *Botrytis* au Cryptogame parasite du hanneton (11 mai), M. A. Giard, qui avait déterminé ce parasite comme un *Isaria* (Soc. de Biologie, 11 avril), rappelle que les formes *Isaria* et *Botrytis* ne sont pas des êtres distincts, mais des stades évolutifs différents de Champignons ascomycètes mal connus; pour le parasite du hanneton en particulier, la forme *Botrytis* s'observe dans des conditions de végétation défavorables; les milieux de culture fortement azotés donnent un meilleur rendement en spores que les pommes de terre employées par MM. Prillieux et Delacroix. — M. J. Vesque examine divers genres de la tribu des Clusiées, en particulier le genre *Tovomitia* au point de vue des caractères épharmoniques et propose une classification de ces genres, fondée sur la phylogénie. — M. E. Pée-Laby a étudié les éléments de soutien de la feuille de diverses Dicotylédones; il décrit diverses formes de fibres et de cellules scléreuses. — M. G. Hallauer a constaté que, si l'on arrose les feuilles de mûrier dont se nourris-

sent des vers à soie exempts de pébrine avec une infusion à froid des lichens du tronc des mûriers, ces vers se remplissent de corpuscules de pébrine; M. Hallauer propose en conséquence de cultiver le mûrier en taillis, pour éviter la production des lichens sur les troncs. — M. H. Quantin indique que l'on peut facilement émulsionner le sulfure de carbone dans l'eau au moyen de l'huile et du carbonate de soude; l'émulsion ainsi obtenue est très toxique pour les parasites aériens des végétaux. — M. L. Cayeux a trouvé dans la craie du Nord de la France l'oxyde de titane sous trois formes cristallines distinctes, inégalement disséminées dans les diverses assises crétacées.

Mémoires présentés. — M. Louis Ducos du Hauron soumet au jugement de l'Académie un travail sur la photographie des couleurs. — M. E. Granges adresse une note ayant pour titre: Réceptifs permettant de déverser au dehors les gaz plus lourds que l'air qui s'y dégagent ou s'y accumulent. — MM. Villoch et Molina adressent un mémoire sur la reproduction des anguilles. — M. J. Géraud adresse une note sur un système d'aérostats dirigeables. — M. Lember-Roguin adresse une note sur la direction des aérostats.

Séance du 8 juin 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. F. Caspary: Sur deux systèmes d'équations différentielles dont les fonctions hyperelliptiques de première espèce forment les intégrales. — M. Perrotin: Éclipse partielle du 6 juin, observée à Nice. — M. Charlois: Observations de la nouvelle planète, découverte à l'Observatoire de Nice le 19 mai 1891. — MM. G. Rayet et L. Picart: Observations de la comète Brooks, 1890, II, faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux. — M. O. Callandreaux applique la théorie de la capture des comètes périodiques de M. Tisserand à l'étude des étoiles filantes. — M. V. Serrin présente un nouveau système de balance de précision à pesée rapide; l'innovation consiste essentiellement dans l'emploi d'une petite chaîne dont une extrémité est fixée à l'un des bras du fléau, tandis que l'autre glisse le long d'une colonne verticale par l'intermédiaire d'un curseur muni d'un vernier; la manœuvre de ce curseur remplace l'emploi des poids divisionnaires et du cavalier.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. C. Miculesco a repris la question de la détermination de l'équivalent mécanique de la chaleur; comme Joule, il a échauffé de l'eau par un travail mécanique, mais il a produit cet échauffement beaucoup plus rapidement de façon à éviter les corrections; le travail était fourni par un moteur électrique Gramme monté sur deux couteaux horizontaux passant par son axe. Ce travail était mesuré par la force nécessaire pour empêcher le système de s'incliner; la mesure de la quantité de chaleur était faite à température constante, avec un courant d'eau froide enlevant la chaleur à mesure qu'elle est produite. M. Miculesco a trouvé ainsi pour l'équivalent mécanique de la chaleur la valeur 426, 7; le nombre de Joule, corrections faites pour ramener les températures au thermomètre à air à Paris, est 426, 5. — M. E. Bouty a étudié les propriétés diélectriques du mica jusqu'à la température de 400°; jusqu'à 300°, la constante diélectrique ne varie qu'extrêmement peu; de 300° à 400°, les mesures sont très difficiles à effectuer avec précision; il est possible que la conductibilité du mica augmente un peu, mais ce ne peut être que dans des limites très étroites. — M. P. Germain propose, pour employer aux grandes distances le transmetteur téléphonique sans pile de Bell, de diviser l'embouchure en plusieurs parties, munies chacune du même système, et de grouper en tension les divers circuits ainsi obtenus. — M. H. Faye, à propos d'une discussion survenue entre deux météorologistes étrangers sur la théorie des cyclones, insiste sur la nécessité de distinguer des vrais cyclones dont l'angle de déviation est de 90°, les aires de basses pressions, dans lesquelles les brises soufflent irrégulièrement et coupent les

isobares sous un angle plus ou moins aigu. Il expose la marche des courants aériens qui transportent sans cesse vers les pôles l'air chaud de l'équateur; il montre comment ces courants, déviés d'abord vers l'ouest, puisque l'air en montant part d'un point où la vitesse de rotation est moins grande que dans les couches supérieures, puis déviés vers l'est par l'effet de cette rotation, présentent une double courbure; de la différence de vitesse d'un bord à l'autre résultent des tourbillons dont les spires, d'abord larges, vont vers le bas en se rétrécissant et en augmentant de vitesse; ce sont là les cyclones dont il a exposé récemment le diagramme complet, avec toute la série d'épiphénomènes qu'ils présentent latéralement. — M. R. Varet a étudié l'action de l'ammoniaque sur quelques combinaisons des sels halogènes de mercure; il a obtenu des produits d'addition avec le cyanure de mercure et le chlorocyanure de mercure et de baryum. — M. A. Besson décrit un nouveau procédé de préparation des chloroiodures de silicium, qui consiste à distiller du chlorure d'iode sur du silicium cristallisé chauffé à une température voisine du rouge.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. L. Guignard: Sur la nature morphologique des phénomènes de la fécondation. (V. Soc. de Biologie, 13 juin.) — MM. J. P. Morat et Doyon ont trouvé que le sympathique cervical contient des fibres inhibitoires du muscle ciliaire; si l'on observe les images de Purkinje de l'œil d'un chien pendant que l'on excite le sympathique au cou, on voit s'agrandir l'image cristallinienne; ce nerf aurait donc un rôle actif dans l'accommodation pour la vision au loin. — M. H. Prouho avait signalé antérieurement un Bryozoa marin qui pond ses œufs au dehors et dont l'évolution larvaire se fait par conséquent en vie libre; il a retrouvé deux autres espèces qui offrent la même particularité; les embryons de ces trois espèces, distinctes l'une de l'autre, passent par un stade caractéristique, que l'on peut considérer comme le type larvaire des Bryozoaires à développement libre, et qui est la forme décrite sous le nom de *cyphonolutes*. — M. de Lacaze-Duthiers rapporte que l'on a pêché à Banyuls un exemplaire du genre très-rare *Kophobelemon* (Alcyonaire); cet exemplaire est conservé vivant dans l'aquarium du laboratoire. — M. Ch. Brongniart communique diverses remarques qu'il a faites sur les criquets en Algérie, relativement à l'attitude pendant le vol, au phénomène de la ponte, etc. Par dépêche, il annonce qu'il a trouvé quantité de pèlerins morts, tués par le cryptogame *Botrytis*. — MM. Gallippe et L. Moreau ont cherché s'il existait des parasites bactériens dans les cristallins malades enlevés chirurgicalement; ils en ont trouvé dans la plupart des cas. — M. A. Rommier rappelle qu'il a été le premier à proposer le solution aqueuse de sulfure de carbone contre le phylloxéra: aujourd'hui ce mode de défense des vignes tend à se répandre. — M. A. Gaudry signale la découverte du premier grand mammifère fossile en Tunisie, le Mastodonte du Chérichira; il a visité le gisement. — M. J. Seunes résume dans un tableau la série des assises du crétacé supérieur des Pyrénées occidentales et expose diverses considérations sur la nomenclature des étages qu'elles représentent. — M. A. Lacroix a étudié les enclaves de syénites néphéliniques trouvées au milieu des phonolithes du Hohgaut et de quelques autres gisements; de cette étude il tire la conclusion qu'un même magma peut donner soit de la syénite néphélinique, soit de la phonolithe, suivant les conditions qui ont présidé à son refroidissement.

Nominations. — M. Moissan est élu membre de l'Académie pour la section de chimie.

Mémoires présentés. — M. Devaux adresse un mémoire sur un « Siphon à réservoir pneumatique ». — M. A. Pernot adresse la description et les plans d'un « Nouveau moteur à gaz ». — M. Bandran adresse un mémoire sur la photographie de couleurs. — M. C. H. Steinbrueggen adresse une note sur un procédé de

son invention ayant pour but de faire disparaître les pucerons de la vigne. — **M. H. Moulin** adresse une note ayant pour titre : « La force élastique des gaz vient de la tension de la molécule et est indépendante du poids atomique ». **L. LAPIQUE.**

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 13 juin 1891.

M. L. Guignard a observé chez le Lys le rôle que jouent les sphères attractives dans le phénomène de la fécondation; les deux centrosomes de la cellule pollinique fécondante sont situés en avant du noyau, dans le sens de la progression dans le tube; ceux de l'osphère sont situés au-dessus de son noyau; par suite, quand la cellule mâle pénètre dans la cellule femelle, le contact s'établit d'abord entre leurs sphères respectives, et c'est après leur fusion que s'accomplit celle des noyaux. **M. Guignard** fait remarquer que ces observations rendent au protoplasma un rôle important dans la fécondation, et que le phénomène peut être généralisé, puisque **M. H. Fol** vient d'observer des faits analogues chez un oursin. — **MM. H. Héricourt et Ch. Richet** ont constaté que les cultures tuberculeuses contiennent une substance soluble dialysable, résistant à une température de 125°, qui est plus toxique pour les lapins tuberculeux que pour les lapins normaux. — **M. Roque da Silveira** présente un cobaye dans le péritoine duquel il a été inoculé, suivant les indications de **M. Straus**, du jetage d'un cheval morveux; trois jours après, l'orchite caractéristique a apparue; le péritoine est sain. — **M. L. F. Henneguy**, dans des observations portant sur la division indirecte des noyaux du parablaste de la truite, a reconnu qu'il peut exister plus de deux sphères attractives agissant sur un même noyau, que dans ce cas les figures achromatiques se comportent vis-à-vis de ces sphères attractives exactement comme la limaille de fer des spectres magnétiques vis-à-vis des pôles des aimants; il s'agit donc bien de véritables centres d'attraction. — A la suite de la communication de **M. Grigorescu** (16 mai) sur les variations du temps de réaction chez les malades atteints de myélite, et l'importance de ces variations au point de vue du diagnostic, **M. Bloch** et **M. Grigorescu** discutent la valeur des indications fournies par les diverses méthodes connues et la possibilité de déterminer la vitesse de transmission nerveuse sensitive.

M. Railliet est élu membre de la Société.

L. LAPIQUE.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 19 juin 1891.

M. Serrin présente une nouvelle balance de précision à pesées rapides. Lorsque l'équilibre est atteint à un décigramme près, l'auteur a recours, pour remplacer les derniers poids, au poids d'une petite chaîne qu'on déroule à volonté, jusqu'à ce que le poids de la partie déroulée représente exactement les derniers poids qu'il faudrait ajouter. L'extrémité de la chaîne porte un curseur qui se meut sur une règle verticale divisée. Connaissant le poids de la chaîne entière et la longueur de la course extrême du curseur, on obtient, par proportionnalité, les poids correspondant aux diverses positions du curseur et on les inscrit une fois pour toutes sur la règle. Un autre avantage qui résulte de la présence de cette chaîne, c'est d'amortir les oscillations. — **M. Schwedoff** fait fonctionner sous les yeux de la Société l'appareil qu'il a imaginé pour rendre compte de la formation des cyclones. Un cristalliseur de dimensions assez considérables contient une hauteur d'eau de 15 à 20 centimètres, et est animé d'un mouvement de rotation continu autour de son axe vertical. Un système de conduits permet, pendant la rotation, d'injecter ou au contraire d'aspirer de l'eau par un ajutage excentrique disposé dans le fond du vase. De la sciure de bois disséminée dans le liquide

servira à manifester les mouvements du liquide. Lorsque l'orifice de l'ajutage est vertical, les tourbillons qui prennent naissance sont faibles; ils deviennent beaucoup plus intenses si l'orifice est orienté horizontalement. Par analogie, on doit admettre que, dans l'atmosphère, ce sont les déplacements horizontaux qui donnent naissance aux cyclones. D'ailleurs, les observations directes sur la vitesse de déplacement des nuages montrent que ces vitesses atteignent des valeurs suffisantes pour permettre cette formation des cyclones. — **M. G. Weiss** expose ses recherches sur l'excitation électrique des muscles. On admet généralement que l'élément qui fait varier la grandeur de la contraction est surtout la force électromotrice, tandis que l'intensité n'aurait qu'une importance secondaire. **M. Weiss** est amené, au contraire, à conclure de ses recherches que c'est l'intensité qui influe et non la force électromotrice. Il expose à la Société les diverses méthodes qu'il a mises en œuvre. Il s'est servi d'abord des décharges d'un condensateur. En se plaçant dans les conditions où la loi d'Ohm peut être considérée comme applicable au condensateur, l'intensité est donnée par une formule simple en fonction de la différence de potentiel, de la capacité, et de la résistance du conducteur. Il est facile de faire varier ces divers éléments à volonté, de manière que la loi de variation d'intensité pendant la décharge soit connue; mais on a un passage brusque d'intensité de 0 à 1 au commencement de la décharge; cette période fausse la plupart des expériences, sauf en un cas très particulier. Pour connaître la loi de la variation d'intensité du courant traversant un muscle, **M. Weiss** interpose ce muscle sur le trajet d'un conducteur qui relie à la terre un point A pour lequel la loi de la variation des potentiels est connue en fonction du temps. La loi de la variation du courant traversant le muscle est évidemment la même que la loi de variation du potentiel du point A. Au procédé employé par **M. d'Arsonval** pour faire varier le potentiel du point A, et qui consiste à faire occuper à ce point diverses positions dans une colonne de mercure dont les extrémités sont maintenues à des potentiels fixes, **M. Weiss** préfère substituer un appareil formé par la superposition d'un grand nombre de lames de cuivre alternant avec des feuilles de papier paraffiné; les deux extrémités sont reliées au sol, tandis que le centre est relié à une source d'électricité. Sur la tranche des lames de cuivre se déplace un frotteur. C'est ce frotteur, porté ainsi à chaque instant à des potentiels différents, qui constitue le point A. Cette méthode, qui consiste à intercaler directement le muscle sur le conducteur même qui relie le point A au sol, et qui fait que le muscle se trouve traversé par des courants connus, semble à l'auteur préférable à la méthode de **M. d'Arsonval**, dans laquelle un condensateur se trouve intercalé entre le muscle et la terre. Ce condensateur, destiné à fournir la mesure de la quantité d'électricité, serait loin d'atteindre le but. En terminant, **M. Weiss** formule nettement ses conclusions : ce qui importe, c'est l'intensité du courant, c'est le mode d'établissement de ce courant depuis la valeur zéro jusqu'à i , puis les variations de i ; en un mot, pour que l'excitation soit complètement déterminée, il suffit de déterminer la fonction $i = f(t)$. Les valeurs de i important seules, peu importe comment elles sont atteintes, qu'on ait été obligé ou non de recourir à un rhéostat. — **M. d'Arsonval** répond à la communication précédente. Avant de réfuter les critiques adressées à ses recherches personnelles, il reprend rapidement l'exposé des travaux antérieurs, et montre comment on a été nécessairement amené à attribuer à la force électromotrice, et non à l'intensité, la cause des variations de l'excitabilité musculaire. Il rappelle l'ingénieuse méthode de **M. Chauveau**, qui permet de faire varier à volonté la force électromotrice, tout en laissant la résistance rigoureusement constante. Il signale l'importance de la profonde dissemblance entre les deux pôles, au point de vue de l'excitation des nerfs : le pôle positif coupe

l'excitation; au contraire, le pôle négatif développe une hyperexcitabilité. Il montre comment cette influence polaire intervient bien plutôt que l'intensité absolue du courant, pour rendre compte des observations diverses faites sur l'excitabilité des nerfs et des muscles de la grenouille préparée à la manière de Galvani. De plus, on sait que, lorsqu'un nerf a été traversé pendant quelque temps par un courant continu, les conditions d'excitabilité sont absolument modifiées; aussi doit-on rejeter ces courants pour recourir uniquement aux flux instantanés. C'est alors que M. Chauveau a indiqué un dispositif dont celui de M. d'Arsonval n'est qu'une modification. Les deux pôles d'une pile sont reliés à la terre, l'un d'eux, au travers d'une longue résistance. On produit les variations dans la valeur du potentiel en opérant la prise de potentiel en différents points au moyen d'un fil muni d'un interrupteur à levier. Au-delà de l'interrupteur, le fil se rend au nerf, puis celui-ci est relié à une sphère conductrice isolée, de dimensions variables. De la sorte, on connaît les deux éléments du flux d'électricité qui traverse le nerf : le potentiel et la quantité d'électricité. A la sphère M. d'Arsonval substitue avec avantage un condensateur de capacité variable. Puis, comme la décharge instantanée du flux primaire pourrait encore produire une polarisation et modifier l'excitabilité du muscle, l'auteur s'est servi, dans ses expériences récentes, de l'excitation du circuit secondaire d'une bobine d'induction. Ce courant secondaire fournissant, pour un seul flux primaire, deux flux consécutifs de sens contraire, ne saurait produire aucune polarisation. Enfin, relativement aux effets variables que produisent des courants d'intensité égale, mais dans lesquels cette valeur de l'intensité est atteinte par des procédés différents, M. d'Arsonval reconnaît que, sans doute, ces variations sont assez inattendues, mais malgré l'impossibilité où l'on est actuellement de les expliquer, on doit néanmoins admettre les faits constatés avec certitude.

Edgard HAUDRIÉ.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

Séance du 11 juin 1891.

M. Gonnard envoie trois notes dans lesquelles il étudie la barytine et la mésotype des divers gisements du Puy-de-Dôme et l'aragonite de Neussargues (Cantal). — M. Couttolenc adresse un petit appareil destiné à faciliter les séparations de minéraux à l'aide de liquides denses. — M. Dufet, revenant sur une communication antérieure, étend à la calcite et à l'alun l'observation qu'il avait faite précédemment au sujet des variations que la taille introduit dans la valeur des indices de réfraction des minéraux tendres. — M. Lacroix annonce la découverte de la *christobalite* (forme pseudoquadratique de silice) comme produit de nouvelle formation dans des enclaves de grès emballés par le basalte de Mayen (Eifel). Ce minéral se trouve avec tridymite et quartz. C'est la première fois que l'on rencontre ces trois formes de silice réunies. M. Lacroix présente en outre une note préliminaire sur un nouveau minéral (*Morinite*), provenant de Montebres (Creuse) : c'est un fluosphosphate hydraté d'alumine et de soude, monoclinique, qui semble formé aux dépens de l'ambygonite. — MM. Barret et Lacroix signalent l'existence de la *Bertrandite* à la Chapelle sur Erdre (Loire-Inférieure).

A. LACROIX.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 11 juin 1891.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Sir William Thomson fait une communication sur quelques cas types qui peuvent servir à juger la théorie de Maxwell et Boltzmann sur la distribution de l'énergie.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. William Crookes présente une note sur l'évaporation électrique. On sait qu'il se forme des dépôts de platine métallique dans

les tubes vides où sont placées des électrodes de platine et plus spécialement au voisinage du pôle négatif. Cette propriété, qui consiste en ce que les molécules de platine de la surface sont poussées hors de la sphère d'attraction de la masse métallique, ressemble d'une manière frappante à la volatilisation et à l'évaporation ordinaires; aussi peut-on l'appeler évaporation électrique. Les vitesses des molécules liquides ou solides augmentent avec la chaleur, c'est-à-dire qu'à mesure que la température s'élève, la tendance des couches superficielles de molécules à sortir de la sphère d'attraction des molécules voisines s'accroît; en d'autres termes, l'évaporation est facilitée. Le but principal des expériences de M. Crookes a été de déterminer l'action exercée par l'électricité sur l'évaporation de différentes substances. Les expériences sur l'évaporation de l'eau ont montré que l'eau, électrisée négativement, perd en

1 h. $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{1000}$ de son poids de plus que l'eau « isolée ».

On s'est servi de tubes « vides d'eau », spécialement construits à cet effet pour étudier l'évaporation électrique des métaux. On a constaté dans tous les cas que la couche déposée avait son maximum au voisinage du pôle négatif. La différence entre les quantités de métal déposées aux deux pôles est très considérable. On suspend des masses de cadmium à des électrodes de platine dans un tube en U, vide d'air, placé dans un vase de fer, contenant de la paraffine à la température de 230° C. On fait alors passer un courant par le tube pendant 30 minutes. Voici les résultats obtenus :

	Pôle positif	Pôle négatif
Poids de cadmium avant l'expérience.....	9.34	9.38
Poids après l'expérience.....	9.25	1.86
Cadmium volatilisé en 30 minutes....	0.09	7.52

On a cherché aussi à déterminer les volatilités comparées d'une série de métaux soumis aux mêmes conditions de température, de pression et d'influence électrique; on a employé dans tous les cas des surfaces métalliques égales. Les tables suivantes indiquent les volatilités comparées et les valeurs obtenues en divisant la volatilité par le poids spécifique du métal. Les chiffres sont rapportés à l'or :

Métaux	Volatilité relative	Métaux	Quotient de la volatilité relative par le poids spécifique.
Palladium.....	108.00	Palladium.....	9.00
Or.....	100.00	Argent.....	7.88
Argent.....	82.88	Etain.....	7.76
Plomb.....	75.04	Plomb.....	6.61
Etain.....	56.96	Or.....	5.18
Bronze.....	51.58	Cadmium.....	3.72
Platine.....	44.00	Cuivre.....	2.52
Cuivre.....	40.21	Platine.....	2.02
Cadmium.....	31.99	Nickel.....	1.29
Nickel.....	10.99	Fer.....	0.71
Iridium.....	10.49	Iridium.....	0.47
Fer.....	5.50		

Il semble n'exister aucune relation simple entre les volatilités électriques et les autres constantes connues, physiques ou chimiques. En plaçant au pôle négatif une brosse de fils d'or et en faisant passer le courant pendant 44 h. $\frac{1}{2}$, on a obtenu une feuille d'or brillante pesant environ 3 grammes, qu'on a pu enlever des parois du tube. Si l'on se sert d'une brosse au platine, on obtient un dépôt friable et poreux. — M. G. H. Robertson présente une note sur l'étude chimique de la pile de Planté, au plomb, à l'acide sulfurique et au peroxyde de plomb. Il est arrivé aux conclusions suivantes : 1^o Il n'y a aucune raison d'ordre chimique ou d'ordre électrique pour supposer qu'il se produise dans les réactions qui ont lieu dans la pile, d'autre sulfate que la sulfate blanc ordinaire $PbSO_4$. 2^o Si l'abaissement soudain de la force électromotrice était causé par un changement dans la nature des composés chimiques qui se forment sur les lames, il serait très difficile de s'expliquer la rapidité avec laquelle cette

force électro-motrice reparait dans une pile qui semble déchargée. 3° Les peroxydes se retrouvent en quantités appréciables dans l'électrolyte pendant la charge et la décharge. 4° Leur influence ne doit pas être négligée, si l'on veut se rendre compte du fonctionnement de la pile Planté. — MM. H. E. Armstrong et G. H. Robertson font une seconde communication sur la même question. Ils s'attachent spécialement à la discussion des changements chimiques qui se produisent dans la pile. Voici leurs conclusions : 1° Le refroidissement qu'on observe dans la pile Planté ne peut s'expliquer que comme un résultat de la dissociation de l'acide sulfurique dilué. 2° La diminution d'action que l'on observe ne peut être due aux changements de température, puisqu'ils résultent de réactions qui se produisent hors du circuit. 3° Il est difficile, en comparant les valeurs calculées de avec les valeurs observées, d'arriver à une conclusion définitive sur la nature exacte des changements qui se produisent dans la pile. 4° Une force électromotrice de 0,5 volt introduit dans le circuit rendrait compte de l'écart observé avec la plus haute valeur calculée. Comme il y a toujours des peroxydes dans l'électrolyte, on peut concevoir l'existence dans le circuit d'une pareille force; mais il est possible aussi qu'il faille tenir compte de l'influence du support de plomb. 5° La diminution d'action observée doit être attribuée à la formation de peroxydes dans l'électrolyte, et à la production excessive de sulfate, production qui a lieu surtout à la lame de peroxyde, dans le circuit local qui existe entre les supports et la pâte. — M. Henry Nilde présente une note sur l'influence de la température sur l'aimantation du fer et d'autres substances magnétiques. Des expériences, faites sur une barre cylindrique de fer malléable entre la température où la couleur de la barre était égal à D₂ 6895 et + 76° C. ont montré que le pouvoir magnétique diminue entre ces deux limites à mesure que la température s'élève. Des expériences comparatives sur l'attraction exercée par un électro-aimant, actionné par un courant de 20 ampères, sur des cubes de fer, de nickel et de cobalt font voir que, pour le cobalt comme pour les deux autres métaux, la force magnétique diminue entre — 176° C et une température où il prend une couleur qui correspond à la longueur d'onde 6141; mais la force magnétique du cobalt croit cependant de — 76° à + 442° C et ce n'est qu'au-dessus de 442° que commence sa décroissance régulière jusqu'aux plus hautes températures. La décroissance du pouvoir magnétique du fer et du nickel chauffés semble dépendre de la masse qui est en relation avec la force d'aimantation qu'on emploie. Le cobalt présente une diminution analogue du pouvoir magnétique si une force relativement considérable est employée pour aimanter une petite quantité de métal. La table suivante renferme les résultats des expériences faites sur de petits cylindres de fer, de nickel et de cobalt, de 0,06 ponce de long, de 0,03 ponce de diamètre et qui pesaient 1/4 de grain :

FORCE D'ATTRACTION			
TEMPÉRATURES	5 ampères	20 ampères	par ponce carré
	livres	livres	20 ampères
			livres
Fer			
442° C...	0.390	0.547	
13° C...	0.437	0.601	305
Nickel			
442° C...	0.001	0.003	
13° C...	0.064	0.137	64
Cobalt			
Couleur: 6496	0.109	0.172	
442° C...	0.156	0.296	
13° C...	0.140	0.304	154

Rapport de la force d'attraction au poids des métaux

Fer 13° C.....	17000
Nickel.....	3300
Cobalt.....	8000

Richard A. GREGORY.

SOCIÉTÉ ROYALE D'ÉDIMBOURG

Séance du 13 juin 1891.

SCIENCES NATURELLES. — MM. Johnson Symington et D^r H. A. Thomson communiquent une note sur un cas d'ossification endochondrale défectueuse dans un fœtus humain. — D^r Berry Haycraft : « Sur les sels alcalins et acides du sang et de l'urine, et spécialement sur les sels de l'acide phosphorique. » — D^r Macfarlane présente la seconde partie de son mémoire sur la structure, la division et l'histoire de la cellule végétale et animale; il montre que la cellule type comprend le protoplasma, le nucléus, le nucléolus et l'endonucléolus, le tout entouré par la cloison cellulaire; le nucléolus a un rôle important dans la division et l'union sexuelle des cellules; l'état multinucléolaire est suivi d'un état multinucléolaire et celui-ci d'un état multinucléaire. Le D^r Macfarlane lit aussi un mémoire comparant la structure des plantes hybrides et celle de leurs parents : cette communication a un rapport étroit avec les précédentes. Il conclut en attribuant à la couleur, la période de floraison et la vigueur constitutionnelle des plantes hybrides, et à la lumière qu'elles reçoivent les particularités signalées sur les effets de l'entourage, de l'influence du sexe et de l'hérédité.

W. PIEDIE,
Docteur de l'Université

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

(SECTION DE MANCHESTER)

Séance du 1^{er} mai 1891.

M. Levinstein fait remarquer, à propos de la discussion qui a eu lieu dans les journaux sur les impuretés de l'atmosphère à Manchester, que ces impuretés sont dues plutôt aux cheminées des maisons bourgeoises qu'à celles des fabriques. Cette conclusion est contredite par M. Thomson; elle est appuyée par MM. Bailey et Irvine. — La section discute ensuite le rapport officiel sur les divers systèmes de purification des eaux d'égout, qu'on vient d'essayer à Salford. Ces essais ont été faits sur une très grande échelle.

P. S. HARTOG.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 8 mai 1891.

SCIENCES PHYSIQUES. — M. de Bezold présente un travail de M. Jesse sur les nuages luisants. Les observations de l'été passé ont confirmé les résultats déjà obtenus à savoir que ces nuages n'apparaissent qu'un mois avant et après le solstice d'été. La moyenne de la hauteur de ces nuages a été trouvée égale à 82 kilomètres, tandis qu'en 1889 on avait trouvé 83 kilomètres. La hauteur n'a donc pas changé. La composante principale de leur mouvement est dirigée de l'ouest à l'est; elle est de 100 mètres par seconde; en outre il y a une composante plus faible dirigée du nord au sud.

Séance du 14 mai 1891.

M. Kronecker : Sur la relation de Legendre (suite).

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE BERLIN

Séance du 29 mai 1891.

M. Weinstein : Sur le rapport du kilogramme de Borda au kilogramme théorique. Les quatre séries d'expériences exécutées jusqu'à présent pour la détermination de ce rapport ont donné des résultats peu concordants, savoir :

— 480 milligrammes	(Angleterre).
— 296 "	(Suède).
+ 347 "	(Autriche).
+ 11 "	(Russie).

M. Weinstein a trouvé + 200 milligrammes de diff.

rence, par des expériences nombreuses. Il paraîtrait donc que le kilogramme pratique est un peu trop grand. — M. Arons a observé que si, dans une solution de sulfate de cuivre contenant deux électrodes en cuivre, on plonge un cylindre en cuivre, ce dernier se dissout en se noircissant du côté de l'anode; tandis que du côté de la cathode, il y a un dépôt de cuivre métallique. Ces deux parties du cylindre sont séparées l'une de l'autre par une zone neutre. Si l'on fixe le cylindre à un axe qui lui permette de tourner avec peu de frottement, on observe pendant le passage du courant une rotation lente qui s'explique par ce fait que le cylindre devient plus léger du côté de l'anode et plus lourd du côté de la cathode. — M. König présente, pour le mélange des couleurs, un appareil de Maxwell modifié par M. Oehmke, lequel a l'avantage de permettre le mélange des couleurs différentes en proportions différentes pendant la rotation rapide de l'appareil.

Séance du 12 juin 1891.

M. H.-E.-J. G. du Bois expose les résultats de ses expériences sur la réflexion de la lumière polarisée sur des surfaces cristallines. La lumière d'une lampe à zircon fut polarisée par un prisme de Lippich, tandis qu'un nicol ordinaire servait d'analyseur. M. du Bois trouva que la lumière, réfléchie sous une incidence presque orthogonale sur les surfaces naturelles des cristaux de pyrite, montrait une rotation du plan de polarisation. Cette rotation dépend de l'azimut; elle est égale à $C \sin 2\alpha$, α étant l'azimut et C une constante. La grandeur de la rotation dépend de la longueur d'onde de la lumière employée. Pour la lumière bleue, le phénomène est l'inverse de celui qu'on observe pour la lumière rouge. La constante C a des valeurs différentes pour les surfaces différentes du même cristal. M. du Bois croit que le phénomène est dû à la réflexion différente dans deux directions perpendiculaires l'une à l'autre. La tension ne donne pas lieu à la rotation du plan de polarisation : car un petit miroir en acier tendu fortement ne donna pas la moindre rotation. — M. Scheel a déterminé le coefficient de dilatation de l'eau par la méthode dilatométrique. Les températures furent mesurées à l'aide d'un thermomètre à hydrogène. Il a obtenu les mêmes résultats que M. Thiesen, qui s'est servi de la méthode hydrostatique :

Température	Thiesen	Scheel
10	266	269
15	874	867
20	1772	1767
25	2932	2935

M. Feussner a déterminé la résistance spécifique des alliages de nickel et de cuivre. La résistance croît progressivement avec la quantité du nickel jusqu'à un maximum pour une quantité de 40 % de nickel. Elle reste alors à peu près invariable jusqu'à 60 % de nickel et décroît ensuite rapidement. Le coefficient de température décroît rapidement si la quantité de nickel augmente. Pour 10 à 13 % de nickel, la courbe a un point d'inflexion. Pour 37 % et 49 % de nickel, le coefficient de température est égal à zéro.

D^r HANS JAHN.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 4 juin 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Gegenbauer, à Innsprück, envoie un mémoire : « Sur les fonctions circulaires ». — M. Binder, à Wiener-Neustadt : « Sur la théorie des courbes planes circulaires de troisième ordre d'espèce $p = 0$ ».

2^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. Puluj, de Prague, annonce qu'il a réuni en un seul mémoire l'ensemble de deux communications qu'il a précédemment faites; son

mémoire a pour titre : « Sur les actions de forces électromotrices de direction constante et sinusoidales sur un conducteur doué de selfinduction ». — M. Georgievics, de Bielitz : « Expériences d'oxydation dans la série de la quinoline ». L'auteur a soumis à l'oxydation par le permanganate de potasse un certain nombre de dérivés de la quinoline, obtenus par une substitution dans le noyau benzénique, et il tire des résultats obtenus jusqu'ici les conclusions suivantes : 1^{re} Les dérivés de la quinoline, provenant d'une substitution dans le noyau benzénique, comme la quinoline elle-même, ne donnent pas en toutes circonstances de l'acide quinolinique, quand on les oxyde par du permanganate de potasse; 2^{re} la marche de l'oxydation dépend de la position et de la nature des groupes substitués, et par suite aussi, des conditions dans lesquelles elle est conduite.

3^{re} SCIENCES NATURELLES. — M. Von Ettingshausen envoie un travail qu'il a fait en commun avec M. Franz Krasan, à Graz, intitulé : « Recherches sur les déformations dans le règne végétal ». — M. Johann Robitschek envoie la communication suivante : « Une étude soignée sur le *Phylloxera vastatrix* apporté d'Amérique en France avec des plants américains, étude faite sur des préparations microscopiques ne permettant un grossissement énorme, et aussi par la microphotographie, m'a conduit à la conclusion que le *Phylloxera vastatrix* n'est pas une *Rhynchota*, comme on l'a cru jusqu'ici, mais appartient aux *Pseudoneuroptères*, sous-ordre : *Corrodentia*, famille : *Termitidae*, (espèce : *Calotermes*) : *phylloxera vastatrix*. Les *calotermes* ont les nids les plus imparfaits et ils pratiquent d'étroits chemins dans le bois. Le broiement des brins de racines et la perforation des racines principales par l'insecte fécond explique la destruction des vignobles. » — M. Robitschek dépose ensuite un pli cacheté pour établir sa priorité, et qui porte pour titre : « Contribution à la connaissance du *Phylloxera vastatrix*. » — Le secrétaire de la classe, M. Suess, dépose un mémoire ayant pour titre : « Contribution à la classification morphologique des bivalves », extrait des écrits posthumes du Professeur Neumayr, avec une préface de M. Suess.

Emile WEYR,
Membre de l'Académie.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE SAINT-PÉTERSBOURG

Séance du 20 mai 1891.

SCIENCES NATURELLES. — M. Karpinski présente la note du D^r Khrouchtchev sur quelques roches holocristallines de structure sphéroïde, offrant un phénomène assez rare et encore peu étudié d'après les méthodes modernes de pétrographie. Parmi les roches décrites par l'auteur, la plus intéressante est le granite sphéroïdal provenant d'un gisement des monts Altaï. Une étude détaillée, microscopique et chimique, de ce granite a fourni à M. Khrouchtchev, outre des données intéressantes sur la structure sphéroïdale en général, encore quelques faits nouveaux relatifs à la structure du quartz et du plagioclase. Les résultats des observations faites sur ce dernier sont surtout importants comme confirmation de la théorie bien connue de Tcherniak. La note in extenso sera publiée dans les *Bulletins* de l'Académie. — M. Pleske présente le cinquième fascicule de son *Ornithographia rossica*, contenant la description des représentants des genres *Locustella* et *Cettia* de la faune russe. Ce fascicule termine la description des *Sylviniidae* de l'Empire russe en même temps que le tome II de l'ouvrage; il contient une planche et plusieurs figures dans le texte représentant des espèces nouvelles.

O. BACKLUND,
Membre de l'Académie

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LE TRAITEMENT DES TUBERCULOSES EXTERNES

PAR LA MÉTHODE SCLÉROGÈNE DU PROFESSEUR LANNELONGUE

Tout récemment nous annoncions ici même qu'une grande découverte, relative au traitement des tuberculoses externes, était sur le point d'être réalisée par le Professeur Lannelongue. Cette nouvelle, publiée dans la *Revue* du 15 mai dernier avec la description des principaux résultats obtenus par l'éminent chirurgien ¹, fut immédiatement reproduite par les journaux scientifiques et la presse quotidienne de tous les pays. L'émotion qu'elle a causée dans le monde médical et dans le public a redoublé depuis huit jours; M. Lannelongue vient, en effet, de donner à l'Académie des Sciences ² et à l'Académie de Médecine ³ la première communication officielle de ses recherches sur la matière. Son Mémoire confirme et complète les faits dont nous avions indiqué l'acquisition comme certaine. En même temps il expose la méthode, aussi simple qu'originale, mise en œuvre pour opérer la guérison. Pour cette raison il nous paraît indispensable de revenir aujourd'hui sur le sujet déjà abordé ici même, afin de préciser l'état actuel de la question.

I

On sait que les tubercules, qui se constituent autour des Bacilles de Koch, résultent de la prolifération pathologique d'éléments cellulaires, d'abord normaux, de l'organisme. D'après cer-

taines théories bien connues de nos lecteurs ⁴, il semble que le tubercule représente un appareil de défense contre le bacille et puisse triompher de lui, s'il réussit à l'isoler complètement des tissus sains. Mais cette dernière condition est-elle fréquemment réalisée? Dans la plupart des cas de tuberculose externe, notamment de tumeur blanche, il y a migration en même temps que prolifération du bacille, aux moins aux environs du foyer primitif, de sorte que le mal, même s'il était d'abord très circonscrit, finit souvent par s'étendre au point de nécessiter l'amputation du membre.

L'observation d'un tissu atteint de lymphangioïme, puis réduit et modifié dans sa nature histologique par des injections de chlorure de zinc, a conduit M. Lannelongue à l'hypothèse que le même agent, introduit à la périphérie des tissus altérés, — tuberculeux ou autres, — arriverait aussi à les transformer après les avoir séparés, en quelque sorte à la façon d'un cordon sanitaire, des éléments normaux. Scléroser les tissus tuberculeux et créer ainsi la condition reconnue la plus contraire au développement du bacille, tel est le principe de la méthode. C'est donc exclusivement autour des fongosités et des foyers tuberculeux que le chlorure de zinc doit être porté. Avec la collaboration de M. Achard et de M. Vignal, M. Lannelongue a

¹ T. II p. 320.

² Séance du 6 juillet 1891.

³ Séance du 7 juillet 1891.

REVUE GÉNÉRALE, 1891.

⁴ Voyez notamment : METSCHNIKOFF. La Phagocytose, dans la *Revue* du 30 juillet 1890, t. I, p. 425; et VINCENT. Les Tubercules et le Bacille de la Tuberculose, dans la *Revue* du 15 novembre 1890, t. I, p. 659.

déterminé les effets de ce sel. La solution au dixième « fixe, en les tuant, les éléments anatomiques au point où elle est déposée et même à une assez grande distance; elle oblitère un certain nombre de capillaires et de petits vaisseaux: elle provoque enfin une inflammation des parois vasculaires, qui rétrécit le calibre des vaisseaux dans

dement, si l'on a eu recours aux solutions au dixième; à la sclérose des fongosités articulaires s'ajoute un ostéome sous-périoste diffus, avec condensation osseuse, si l'on a pris soin d'intéresser le périoste au travail de réparation, ce que je fais » dit l'éminent chirurgien « dans la plupart des cas d'ostéo-arthrites tuberculeuses. »



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3

Fig. 1, 2 et 3, d'après des photographies faites le 6 juillet 1891.

Fig. 1. — EMILE G..., 6 ans. Entré le 26 février 1891 à l'Hôpital Trousseau (lit 46) pour une tumeur blanche du genou gauche. — Première piqûre le 28 février; dernière piqûre le 20 mai; au total 10 piqûres. — L'enfant a été pesé tous les jours. Son poids a augmenté à partir de la huitième piqûre; depuis le 7 juin, il marche sans aucune fatigue.

Fig. 2. — EUGÉNIE C..., 14 ans. Entrée le 18 mars 1891 à l'Hôpital Trousseau (lit 19 bis) pour une tumeur blanche du coude. — Première piqûre le 24 mars, dernière piqûre le 27 mai. — L'enfant a été pesée tous les jours. Son poids a augmenté à partir de la sixième piqûre. Depuis le 4 juin elle se sert de son bras, qui a complètement recouvré sa forme et sa mobilité normales. Il ne subsiste que la cicatrice visible sur cette figure. La douleur a complètement disparu.

Fig. 3. — BERTHE C..., 8 ans. Entrée le 24 février 1891 à l'Hôpital Trousseau pour une tumeur blanche du genou gauche. — Première injection le 4 mars; dernière, le 20 mai; au total 9 piqûres. — L'enfant a été pesée tous les jours. Son poids a augmenté à partir de la troisième piqûre. Depuis le 8 juin, elle marche sans fatigue. (La peau, qui avait été distendue par la tumeur, est encore flasque, ce qui fait paraître le genou plus gros qu'il ne l'est en réalité.)

une étendue notable et parfois éloignée du point initial ». Le phénomène qui suit immédiatement offre une importance considérable :

« Très rapidement, presque en quelques heures », remarque M. Lannelongue, « il se fait au sein des tissus altérés », par passage au travers de la paroi des vaisseaux, « et probablement aussi par prolifération cellulaire, un afflux énorme de nouveaux éléments anatomiques. On peut apprécier dès le lendemain de l'intervention la formation du nouveau tissu, dont les qualités s'affirment rapi-

II

Examinée en divers cas pathologiques, la réaction provoquée par le médicament a donné lieu aux observations suivantes :

1° Pour ce qui est des *tuberculoses non ouvertes et non suppurées*, « le gonflement des parties malades et de celles qui les environnent est le fait le plus saillant... La réaction apparaît d'abord dans la région de la piqûre... Dès le lendemain de cette opération et, vers le deuxième ou troisième jour, le palper révèle un changement de consistance »; aux tissus

fongueux commence à se substituer un tissu plus ferme, de nature fibreuse. Enfin, après cette évolution, se montre avec le temps « une tendance marquée vers le retour des tissus sclérosés à un tissu conjonctif plus lâche... Le fait n'est pas sans importance; il en résulte que les parties retrouveront leur souplesse, leur forme; les fongosités en avaient altéré la cohésion, détruit la résistance au point d'amener la dislocation d'une jointure; la sclérose reconstitue la résistance; elle renforce l'appareil de jonction d'abord; plus tard, la

et après le traitement. Ces pièces sont extrêmement démonstratives: il suffit de les comparer aux gravures 1, 2 et 3 pour être frappé de l'énorme réduction des tumeurs à la suite des injections.

« Durant cette évolution locale, la santé générale des sujets est fort peu altérée. La température n'a jamais dépassé 39° chez les malades, et l'élévation du mercure n'atteint pas en général un degré après chaque injection; elle reste exceptionnellement deux ou trois jours à 38° et quelques dixièmes, après de fortes injections (fig. 7 à 10). On comprend dès

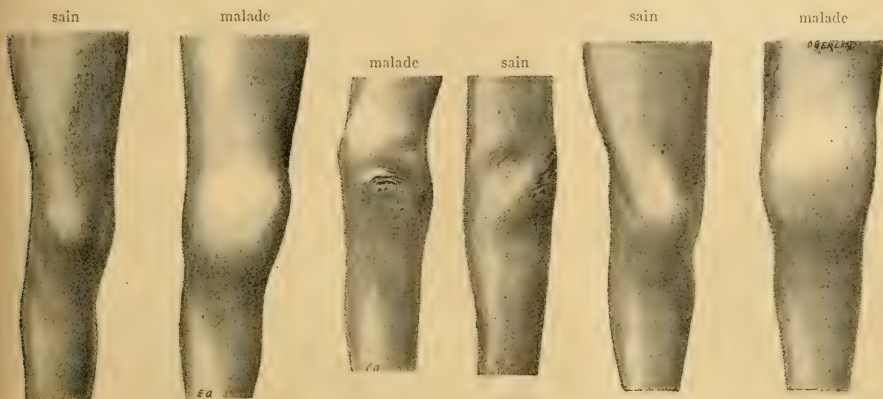


Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 4, 5 et 6. — Moulages des jambes et bras des enfants ci-dessus représentés. Ces moulages ont été faits *avant* les injections.

Fig. 4. — Jambes d'Émile G. . . . , la droite saine, la gauche malade.

Fig. 5. — Bras d'Eugénie C. . . . , le droit malade, le gauche sain.

Fig. 6. — Jambes de Berthe C. . . . , la droite saine, la gauche malade.

synoviale tend à reprendre ses caractères. Chez deux de mes sujets, chez l'un surtout on ne pouvait plus dire qu'elle eût été malade, alors qu'il y a à peine trois mois la synoviale très fongueuse avait presque l'épaisseur d'un pouce.

« On comprend dès lors que les fonctions de l'appareil locomoteur soient conservées en entier ou tout au moins dans les limites où elles existaient au début du traitement ».

Nos figures 1, 2 et 3 représentent quelques exemples de ces heureux résultats. Elles se rapportent à trois enfants, de 14 ans, 8 ans et 6 ans, atteints de tumeurs blanches, l'un au coude, les deux autres au genou, et qui ont recouvré, à la suite de l'injection, l'usage de leurs membres et l'entière liberté de leurs mouvements.

Nous avons tenu aussi à figurer (fig. 4, 5, 6) quelques spécimens des moulages pris, suivant les ordres de M. Lannelongue, sur les membres avant

lors que la donnée des poids ne soit guère différente de celle de l'état normal chez des malades apyrétiques; et comme ils sont tous dans la période d'accroissement, leur poids augmente avec régularité, ne subissant un temps d'arrêt que très exceptionnellement à la période de la réaction la plus vive (fig. 7 à 10). La courbe des pesées, peut-on dire, n'est pas modifiée chez les sujets en traitement. Il faut signaler encore que la courbe des poids présente une ascension plus grande que durant le traitement chez les sujets qu'on n'injecte plus. »

2° Dans le cas des *tuberculoses non ouvertes et suppurées* (abcès divers, pus, etc...), M. Lannelongue déterge la cavité de son contenu purulent, lave à l'eau stérilisée, puis injecte la périphérie des fongosités en divers points. La réparation paraît s'opérer comme ci-dessus.

3° Il en est de même des *tuberculoses ouvertes*, à moins qu'elles ne se compliquent de séquestres os-

seux, de raréfactions osseuses, de cavernes, etc... Dans ces cas particuliers l'injection précipite la mortification des tissus déjà condamnés à la mort, et constitue par la rapidité de cette réaction une indication opératoire pour le chirurgien.

modifiés : ceux, par exemple, qui étaient atteints de lésions graves du genou, ont recouvré la forme et les fonctions de leur membre : « ils ne ressentent aucun phénomène anormal, marchent toute la journée; leur développement se fait bien et avec

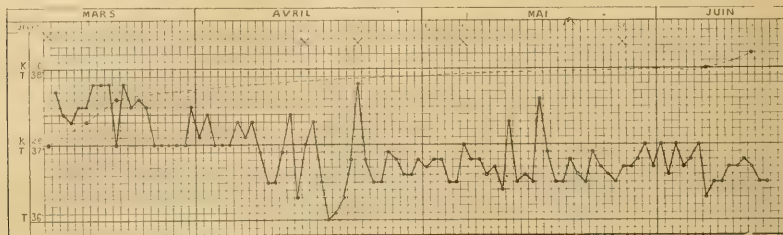


Fig. 7.

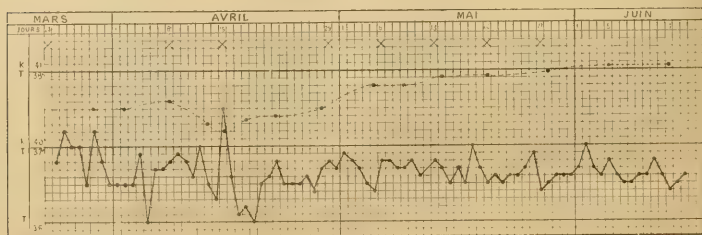


Fig. 8.

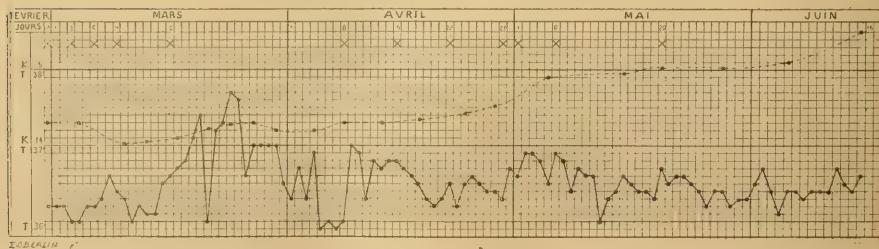


Fig. 9.

Fig. 7, 8 et 9. — Courbes des poids et des températures pendant et après le traitement.

— — — — — Courbe de température.
— — — — — Courbe de poids.
× Jours d'injection.

III

Vingt-deux malades atteints d'ostéo-arthrites tuberculeuses du genou, arthrites du cou-de-pied, du coude, plaques fongueuses du thorax, spina ventosa, adénites tuberculeuses cervicales, ont été soumis au traitement. Tous ont été notablement

régularisés; leur poids augmente progressivement; ils vivent enfin, depuis un mois, de la vie commune des autres enfants... Une opinion presque unanime les ferait considérer comme guéris. Et pourtant, — fait observer M. Lannelongue, malgré ces faits et ces apparences, on ne saurait apporter trop de réserve

dans la conclusion. La guérison dans l'espèce, c'est la disparition du bacille; or cette disparition, dit-il, je ne puis pas l'affirmer d'une manière absolue. Il est vrai que chez un de nos malades, nous avons constaté, M. Achard et moi, dans une plaque tuberculeuse qui a été extirpée, après avoir été traitée, une transformation fibre-graisseuse du

ganglionnaire, incomplètement traité, il est vrai, nous avons vu les tubercules conservés. Cependant tout porte à croire qu'une transformation totale d'un tissu tuberculeux en tissu fibreux est difficilement compatible avec la vie du bacille, et chez quelques-uns de nos malades celui-ci garde depuis bien-tôt deux et presque trois mois un silence de mort. »

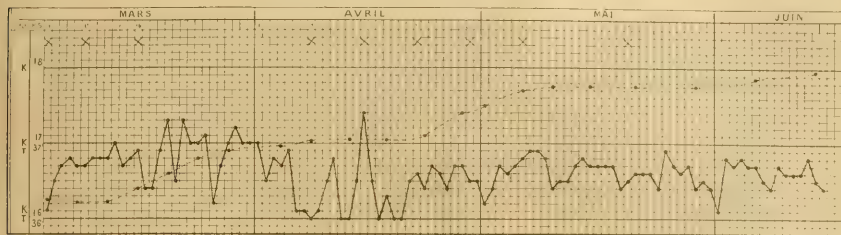


Fig. 10. — Courbes des poids et des températures pendant et après le traitement.

— Courbe de température.
- - - Courbe de poids.
X Jours d'injection.

tissu, sans y rencontrer un seul bacille; et l'inoculation à un cobaye, faite il y a juste deux mois, n'a pas abouti; l'animal est encore sain et sauf. Mais ne me suis-je pas trompé dans le diagnostic de tuberculose costale avec tumeur fongueuse symptomatique? Je préfère rester dans le doute et accepter la responsabilité d'un diagnostic inexact pour ne pas trop m'avancer. Mais, d'autre part, et je l'ai dit plus haut, dans un cas de tuberculose

Telle est, en ses grands traits, la découverte du *Pr Lannelongue*. Bien que la science n'ait point de frontières, nous ne pouvons nous défendre d'un sentiment de patriotique orgueil en songeant que, si cette découverte se fût produite de l'autre côté du Rhin, elle y eût été considérée comme secret d'État et exploitée comme un monopole.

Louis Olivier.

LA QUESTION DES ANNEAUX DE SATURNE

Lorsque Galilée, en 1610, eut, le premier, dirigé une lunette vers Saturne, il reconnut que cette planète n'avait pas la forme circulaire des autres corps du système solaire, mais qu'elle était accompagnée de deux astres de moindre importance et qui semblaient la toucher. Il annonça donc que Saturne lui paraissait *tricorps*; deux années plus tard, cette apparence bizarre avait disparu. Hévélius et Gassendi, qui observèrent ensuite Saturne, cherchèrent en vain à expliquer l'apparition et la disparition périodiques de ces appendices. Ce n'est qu'en 1655 que le célèbre Huyghens trouva le mot de l'énigme : il rendit compte d'une manière parfaite de l'aspect de Saturne, en montrant que cette planète était entourée d'un anneau opaque, circulaire et très mince. Cet anneau n'ayant aucun point de contact avec Saturne, l'accompagnant dans son mouvement de révolution autour du Soleil, restant toujours parallèle à lui-même en

faisant un certain angle avec le plan de l'écliptique, produit les changements d'aspect que l'on observe suivant les positions respectives de Saturne, du Soleil et de la Terre.

I

Les observations qui ont été effectuées depuis deux siècles par un grand nombre d'astronomes ont permis de reconnaître que les anneaux de Saturne sont au nombre de trois (fig. 1) : l'anneau extérieur que l'on désigne par A, l'anneau moyen B, complètement séparé du précédent par la division de Cassini, et l'anneau sombre C.

Anneau A. La ligne obscure qui existe sur cet anneau et qui est connue sous le nom de division de Encke ou de Kater, est sujette à des variations considérables. Lors de sa découverte, il y a un demi-siècle environ, elle paraissait beaucoup plus apparente qu'elle ne l'est aujourd'hui; Encke la

Le demi-diamètre équatorial moyen apparent (d'après 12 séries d'observations exécutées par 10 astronomes) est de $8''{,}696$.

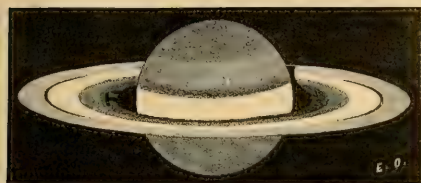


Fig. 3. — 30 avril 1890.

C'est, d'après ces nombres, que la figure 1 a été construite.

Il est très vraisemblable que les dimensions des anneaux sont soumises à des inégalités à courte et à longue période. Voici ce que nous avons constaté à ce sujet l'année dernière : le 14 mars, l'anneau sombre paraissait étroit, n'occupant guère que le tiers de l'intervalle compris entre l'anneau B et le globe, tandis que le 3 avril, sa largeur était sensiblement la moitié du même intervalle ; le 30 avril, il paraissait de nouveau plus étroit. A cette dernière date, des mesures micrométriques nous ont donné pour la distance du bord extérieur de l'anneau sombre à la planète, $3''{,}72$, tandis que cette distance a une valeur moyenne de $4''{,}29$.

Les lignes de séparation des divers anneaux ne sont pas ordinairement situées à la même distance du centre de Saturne, des deux côtés de la planète. Cette excentricité n'a, au même moment, généralement ni le même sens, ni la même grandeur pour les différents anneaux. Les mesures micrométriques montrent que tantôt le bord d'un anneau est plus rapproché du côté est de Saturne que du côté ouest, tantôt, c'est le contraire, la différence, qui peut s'élever à quelques dixièmes de seconde d'arc, étant d'ailleurs variable aussi.

Lorsque le Soleil et la Terre traversent le plan des anneaux, nous les observons par la tranche ; ils se présentent alors comme un trait fin et lumineux, qui montre combien leur épaisseur est faible. Il semble cependant que cette épaisseur est beaucoup plus grande que celle supposée par la plupart des astronomes qui ont observé les phénomènes de la disparition de l'anneau. M. Trouvelot a publié à ce sujet une étude très intéressante¹ ; il montre que le maximum d'épaisseur se rencontre sur l'anneau B, à quelque distance de la division de Cassini. Les évaluations erronées de J. Hers-

chel, Bond, etc., proviennent de ce que ces astronomes ignoraient que le système des anneaux n'est pas plan et que c'est à une grande distance de son bord extérieur qu'il atteint son épaisseur maxima.

On peut déterminer l'épaisseur et la coupe de l'anneau par la forme de l'ombre que le globe projette, en admettant (ce qui s'éloigne certainement peu de la vérité) que les anneaux soient des surfaces de révolution autour du petit axe de Saturne. On vérifie ainsi le résultat de M. Trouvelot. Ajoutons que l'éclat des différentes zones de l'anneau peut nous donner des indications précieuses sur l'importance relative des divers anneaux. C'est en nous basant sur ces considérations que nous avons construit la coupe représentée figure 4. Il convient

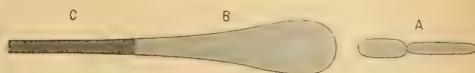


Fig. 4. — Coupe probable des anneaux.

de faire remarquer que sur ce dessin, l'épaisseur est considérablement exagérée.

II

Laplace² est le premier qui étudia la question de la constitution des anneaux au point de vue mécanique. Il montra qu'en supposant l'anneau solide et semblable dans toutes ses parties, l'équilibre serait troublé par la force la plus faible, telle que l'attraction d'un satellite ou d'une comète ; le centre de l'anneau serait repoussé par celui de Saturne, jusqu'à ce que l'anneau vînt toucher la surface de la planète. Laplace démontra que la stabilité ne peut être assurée que si les anneaux sont des solides irréguliers, en sorte que leurs centres de gravité ne coïncident pas avec leurs centres de figure, la largeur d'un anneau ne pouvant, d'ailleurs, dépasser une certaine limite.

J. Clerk Maxwell², en 1859, montra que dans cette hypothèse l'irrégularité de chaque anneau devrait être telle que son centre de gravité fût distant de son centre de figure de $0,82$ de son rayon ; ce qui produirait une excentricité beaucoup plus considérable que celle que l'on observe. Si l'anneau était formé par un liquide incompressible, il devrait se résoudre en une multitude de petits satellites. Maxwell, reprenant une hypothèse imaginée au siècle dernier par Cassini II, fit voir que l'équilibre peut être expliqué en supposant les anneaux de Saturne formés d'un grand nombre de particules

¹ *Mécanique céleste*, liv. III, ch. vi.

² *On the Stability of the Motion of Saturn's rings*. Cambridge, 1859.

se suivant à la file dans des orbites circulaires ¹.

Dans un mémoire publié en 1872, Hirn ² est arrivé à des résultats plus concluants encore. Il reprend la question où elle a été laissée par Laplace, et fait remarquer que dans l'hypothèse d'anneaux solides et *lestés*, les variations d'excentricité résultant de leur rotation ne correspondraient pas aux variations constatées. Il fait observer aussi que les anneaux A et B tourneraient autour de Saturne dans des temps bien différents; leur distance, représentée par la largeur de la division de Cassini, serait très variable, ce qui est contraire à l'observation. Mais supposons même qu'en raison du *lest* le mouvement excentrique existe. Hirn montre que le corps solide formant l'anneau devrait avoir une cohésion et une rigidité en quelque sorte infinies, dont celles d'aucun corps connu de notre terre ne nous donnerait la plus légère idée. En résumé, l'impossibilité de l'existence d'un anneau solide réside dans ce fait que, la vitesse angulaire étant commune à tous ses points, la vitesse linéaire est proportionnelle au rayon; quant à l'attraction de Saturne, elle varie en raison inverse du carré de ce rayon: il n'existe donc qu'une seule nappe cylindrique où les deux forces se font équilibre.

Hirn considère ensuite l'hypothèse d'un anneau fluide (liquide ou gazeux); dans ce cas, l'anneau ne doit plus tourner d'une seule pièce; mais il en résulte des frottements considérables qui produisent un échauffement et un ralentissement de la masse entière; dans cette hypothèse, les anneaux ne tomberaient plus d'un côté de la planète, mais se rapprocheraient d'elle de tous les côtés à la fois.

Hirn arrive à la même conclusion que Maxwell, dont il ignorait cependant le travail; il pense que l'anneau est formé de particules très petites séparées par des intervalles relativement très grands. Les plans des orbites de tous ces petits satellites se confondant à peu près avec le plan de l'équateur de Saturne, il en résulte pour l'anneau une très faible épaisseur.

Quand on étudie la question au point de vue mécanique, on arrive donc à cette conclusion que l'anneau, pour subsister, ne peut être ni solide, ni fluide, mais composé de particules indépendantes les unes des autres et tournant librement autour de la planète. C'est également la conclusion à laquelle on arrive en constatant les variations continues auxquelles sont soumis les anneaux de

Saturne. Le globe de la planète est visible à travers l'anneau sombre et son limbe n'est pas réfracté, ce qui aurait évidemment lieu si cet anneau était liquide ou gazeux. L'aspect de l'anneau sombre s'explique aisément en admettant que les particules qui le composent sont plus espacées que dans les autres anneaux.

Enfin la photométrie est venue apporter un argument bien inattendu en faveur de l'hypothèse d'un anneau formé de matériaux disjoints.

M. Seeliger, directeur de l'Observatoire de Munich, a montré que si la surface de l'anneau était continue, les variations d'éclat, résultant de la hauteur du Soleil et de la Terre au-dessus du plan des anneaux, seraient beaucoup plus considérables que les changements observés par M. Müller à Potsdam.

III

On conçoit aisément que le problème du mouvement des anneaux est une question fort complexe. Chacune des particules est, en effet, soumise à des attractions nombreuses et variables. Si aucune de ces actions n'existait, chacun des petits satellites constituant l'anneau décrirait une ellipse autour de Saturne suivant les lois de Képler ¹. On peut, dans l'étude des changements d'aspect des anneaux, considérer ceux-ci comme formés par la réunion et l'enchevêtrement d'un grand nombre d'*ellipses lumineuses*, dont on recherchera les changements de forme et les déplacements dans l'espace.

Les causes perturbatrices que nous avons à considérer sont au nombre de trois :

1° L'action du renflement équatorial de Saturne;

2° L'action des anneaux sur la particule considérée;

3° L'action des satellites de la planète.

L'aplatissement de Saturne étant très grand ($\frac{1}{9,9}$ à $\frac{1}{10}$) et l'action du renflement équatorial augmentant à peu près suivant l'inverse de la puissance $\frac{7}{2}$ de la distance au centre de la planète,

on comprendra qu'il doit en résulter des inégalités considérables pour les particules des anneaux, surtout pour celles qui sont situées à la limite intérieure de l'anneau sombre C. On sait que l'on distingue en mécanique céleste deux genres d'inégalités : les inégalités séculaires et les inégalités périodiques. Les premières ont pour caractère essentiel de croître d'une manière

¹ On trouvera une savante analyse de ces travaux, ainsi que de deux mémoires, l'un de Mme Kowalewski, l'autre de M. Poincaré, sur le même sujet, dans la *Mécanique céleste* de M. Tisserand, tome II, chap. IX, X, XI et XII.

² *Mémoire sur les conditions d'équilibre et sur la nature probable des anneaux de Saturne*, Gauthier-Villars, 1872.

¹ Les temps de révolution sont très courts : une particule située à la limite intérieure de l'anneau sombre décrit son orbite en moins de 6 heures; à la limite extérieure de l'anneau A ce temps est 14 h. $\frac{1}{2}$ environ.

continue, toujours dans le même sens et proportionnellement au temps. Les inégalités périodiques au contraire, dont la valeur dépend des positions respectives des corps célestes en présence, ne constituent que des oscillations des éléments autour de leur valeur moyenne. Dans le cas qui nous occupe, ces dernières inégalités sont généralement insensibles à l'observation. Trois éléments seulement des orbites ont des inégalités séculaires : la longitude du périastre, la longitude du nœud et la longitude de l'époque. La variation séculaire du périastre, qui correspond à un mouvement de rotation de l'ellipse dans son plan, produit nécessairement des changements dans l'excentricité apparente des anneaux.

Pour calculer les inégalités résultant de l'aplatissement de Saturne, nous nous sommes servi de l'expression du potentiel d'une planète trouvée par M. Callandreau¹. Voici les nombres auxquels nous sommes arrivé pour la durée des révolutions des périastres en jours solaires moyens :

A la limite intérieure de l'anneau C.	12 jours.
— intérieure — B.	28 —
— extérieure — B.	71 —
— intérieure — A.	82 —
— extérieure — A.	130 —

Le nœud tourne dans un temps sensiblement égal au précédent, mais en sens contraire du périastre. Les variations séculaires de la longitude de l'époque, quoique très considérables, ne peuvent produire des changements dans l'aspect des anneaux.

Deux éléments essentiels devront être déterminés pour permettre l'étude de l'action des anneaux sur une de leurs particules : leur forme et leur masse. Une étude attentive de la forme de l'ombre que le globe projette sur les anneaux nous permettra d'en déterminer la figure. Nous connaissons la forme du corps qui projette l'ombre (ellipsoïde de révolution aplati, dont le plan équatorial est bien déterminé) et à chaque instant, la position du Soleil ; il s'ensuit donc que nous pourrions trouver la forme du corps sur lequel l'ombre est observée.

Chacun des anneaux peut être considéré comme engendré par la révolution, autour d'un axe, d'une courbe symétrique par rapport à une droite perpendiculaire à cet axe et située dans son plan ; dans ce cas, il est facile de déterminer le potentiel en un point peu éloigné du plan de symétrie. De la valeur du potentiel, que nous aurons trouvée en

laissant la densité de l'anneau comme inconnue, nous pourrions déterminer les déplacements des périastres des satellites, qui résultent de l'attraction de l'anneau.

D'autre part, nous connaissons par l'observation et avec une assez grande exactitude le mouvement du périastre du satellite Titan ; il nous suffira de déduire de cette quantité les déplacements dus à l'action du Soleil, au renflement équatorial de Saturne et à l'attraction des satellites, pour avoir le déplacement qui provient de l'attraction de l'anneau, dont nous pourrions, par conséquent, déterminer la masse.

Si nous connaissons avec précision le mouvement du périastre d'un autre satellite plus voisin de l'anneau, Mimas, par exemple, nous pourrions éliminer l'action de l'aplatissement de Saturne, sur la valeur duquel il règne un peu d'incertitude ; malheureusement aucun de ces mouvements ne nous est bien connu. La disparition actuelle des anneaux offre aux astronomes une excellente occasion de déterminer ces déplacements. En troisième lieu nous devons calculer l'action perturbatrice des satellites de la planète. Les masses des satellites ne sont guère connues avec précision, sauf pour Titan ; il faudra en grande partie se baser sur les déterminations photométriques de M. Pickering. Le calcul des perturbations présentera d'assez grandes difficultés, pour les points où les moyens mouvements des particules de l'anneau sont commensurables avec ceux de certains satellites ; c'est sur cette question que nous portons actuellement nos recherches. Il sera surtout difficile d'arriver à l'expression des variations des éléments pour les particules dont les moyens mouvements sont à peu près commensurables avec ceux de plusieurs satellites à la fois, ainsi que cela a lieu près du bord extérieur de l'anneau moyen B.

En résumé, nous croyons qu'il est possible d'établir une théorie des anneaux, permettant d'expliquer les phénomènes complexes que nous avons signalés, en se basant sur les données actuelles, qui seraient complétées heureusement par de nouvelles observations des satellites intérieurs (Mimas principalement) et par quelques séries d'observations continues des anneaux² exécutées par divers astronomes.

Paul Stroobant (de Bruxelles),

Docteur ès sciences.

¹ Annales de l'Observatoire de Paris. Mémoires, t. XIX.

² Actuellement, Saturne se prête aussi fort bien à des mesures de son aplatissement.

³ Mesures micrométriques et observations physiques.

LES DÉVELOPPATEURS DE LA SÉRIE AROMATIQUE

Quand on considère les remarquables progrès qu'a pu réaliser la chimie des matières colorantes pendant ces dernières années, on peut constater que les causes de cette évolution rapide résident surtout dans la découverte de principes théoriques faisant ressortir les relations qui existent entre la constitution de ces matières colorantes et leurs propriétés. On a pu établir ainsi que la couleur des corps organiques est en rapport intime avec la nature et la position de certains groupements composant la molécule. La connaissance de ces rapports, la détermination des groupes dits chromogènes et auxochromes a permis d'introduire une méthode rationnelle dans l'étude des matières colorantes, méthode qui a amené des perfectionnements importants dans cette branche de la chimie ¹.

Ne doit-on pas supposer alors, par analogie, que la recherche des développateurs, jusqu'ici soumise au hasard, entrerait dans une voie nouvelle et féconde si l'on pouvait découvrir les particularités de constitution qui caractérisent les révélateurs de l'image latente photographique?

L'étude complète de cette question est nécessairement fort longue; elle peut même difficilement être entreprise par un seul expérimentateur. C'est pour ce motif que nous nous décidons à publier les résultats de nos expériences sur ce sujet, bien que ces résultats ne soient point complets.

De l'essai de généralisation que nous avons tenté se dégagent cependant quelques lois qui nous paraissent dès maintenant bien établies; il est possible qu'après avoir étudié un plus grand nombre de substances, il y ait lieu de compléter la théorie que nous émettons et de la modifier dans ses détails.

Les substances révélatrices sont toutes avides d'oxygène; en solution aqueuse, elles absorbent l'oxygène de l'air; mais, parmi les réducteurs qui absorbent l'oxygène de l'air, tous ne sont pas des développateurs, c'est-à-dire qu'il n'ont pas tous la propriété de réduire les sels halogénés d'argent qui ont subi l'action de la lumière.

Dans la série aromatique, on peut remarquer que les réducteurs énergiques, parmi lesquels on doit chercher les développateurs, sont des phénols ou des amines, substances dans la constitution desquelles des hydrogènes du noyau sont rempla-

cés par l'hydroxyle OH ou par l'amidogène AzH².

En comparant la constitution de ces corps à leurs propriétés révélatrices, nous avons pu établir les remarques suivantes ¹:

1° Pour qu'une substance de la série aromatique soit un développateur de l'image latente, il faut qu'il y ait, dans le noyau benzique, au moins deux groupes hydroxylés, ou bien deux groupes amidogènes, ou bien encore un hydroxyle et un amidogène.

Ainsi, par exemple, pour ne citer que quelques types, les corps suivants pourront être des développateurs:

a. — Les diphénoles..... $C_6H_4 \begin{matrix} OH \\ OH \end{matrix}$;

les amidophénols..... $C_6H_4 \begin{matrix} OH \\ AzH^2 \end{matrix}$;

les phénylènes diamines..... $C_6H_4 \begin{matrix} AzH^2 \\ AzH^2 \end{matrix}$;

b. — Les homologues supérieurs de ces corps, tels que:

Phydrotoluquinone et ses isomères..... $C_6H_3 \begin{matrix} CH^3 \\ OH \\ OH \end{matrix}$;

les amidothymols..... $C_6H_2 \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \\ OH \\ AzH^2 \end{matrix}$;

les crésylènes diamines..... $C_6H_3 \begin{matrix} CH^3 \\ AzH^2 \\ AzH^2 \end{matrix}$;

c. — Les autres homologues à plusieurs noyaux benziques, tels que:

les dinaphtols..... $C_{10}H_6 \begin{matrix} OH \\ OH \end{matrix}$;

les amidonaphtols..... $C_{10}H_6 \begin{matrix} OH \\ AzH^2 \end{matrix}$;

les naphtylènes diamines..... $C_{10}H_6 \begin{matrix} AzH^2 \\ AzH^2 \end{matrix}$;

etc... etc.

2° La condition précédente est nécessaire; mais elle n'est sûrement suffisante que dans la parasérie: ainsi la dioxy-

quinoléine  ne réduit pas le bromure d'argent, tandis que son isomère



¹ Voyez à ce sujet: NOELTING: *Théorie de la constitution des matières colorantes* dans la *Revue* du 30 avril 1891 et du 15 mai 1891, t. II, p. 245 et suiv. p. 299 et suiv.

¹ Toutes les expériences ont été faites en ajoutant aux réducteurs des bases et aussi des carbonates alcalins qui sont indispensables à la composition d'un développateur.

dans lequel les hydroxyles sont en situation para développe parfaitement.

Il en est de même pour la résorcine  qui ne réduit pas les haloïdes d'argent, tandis que

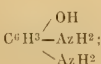
l'hydroquinone..... 

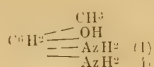
fournit un révélateur énergique.

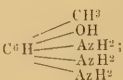
Dans la plupart des traités de photographie on indique la résorcine comme développeur; il y a là, selon nous, une erreur qui provient, sans doute, de ce que les expérimentateurs qui ont trouvé à la résorcine ces propriétés, ont employé un produit impur contenant probablement les isomères, hydroquinone et pyrocatechine.

3° Les propriétés développatrices peuvent persister quand il y a dans la molécule un plus grand nombre de groupes OH ou AzH².

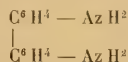
L'acide pyrogallique était le seul exemple connu; parmi les corps nombreux qui ont permis d'établir cette règle nous pouvons citer :

le diamidophénol..... 

le dianidocrésol..... 

le triamidocrésol..... 

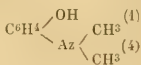
4° Quand la molécule résulte de la soudure de deux ou plusieurs noyaux benziques, ou bien encore de noyaux benziques et d'autres noyaux, les remarques précédentes ne sont applicables que si les groupes hydroxylés et amidogènes existent dans un même noyau aromatique :

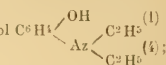
Ainsi la benzidine  dans laquelle

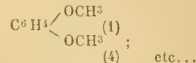
il n'y a qu'un AzH² dans chaque noyau benzique ne peut développer. Il en est de même des oxycarbostryles dans lesquels les substitutions hydroxylées sont dans le noyau pyridique, alors que l'isomère, la paradioxiquinoléine, réduit les sels haloïdes d'argent.

5° Les substitutions que l'on effectue dans le groupe OH ou dans le groupe AzH² détruisent les propriétés révélatrices toutes les fois qu'il ne reste pas au moins deux de ces groupes intacts dans la molécule.

Par exemple les corps suivants ne développent pas l'image latente :

le paradiméthylamidophénol..... 

le dérivé diéthylé du paramidophénol 

la diméthylhydroquinone  etc...

Nous avons cependant constaté une exception à cette règle; mais cette exception n'est pas très nette : le gaïacol (méthylpyrocatechine), récemment indiqué comme révélateur par Waterhouse ¹, présente une substitution dans un hydroxyle

 et nos expériences sur cette substance

sont parfaitement d'accord avec celle du major Waterhouse.

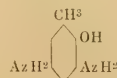
Cette contradiction avec notre cinquième remarque n'est peut être qu'apparente, puisque le gaïacol du commerce n'est pas uniquement la méthylpyrocatechine; il contient un certain nombre d'autres corps, parmi lesquels on trouve des phénols. Les propriétés du gaïacol qui nous intéressent sont peut être dues à ces produits.

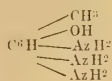
De nouvelles expéiences sont nécessaires pour élucider la question.

6° Les autres substitutions que l'on peut faire dans les CH du noyau ne paraissent pas supprimer le pouvoir développeur.

Ce fait a été vérifié d'abord sur plusieurs homologues supérieurs des diphénols, des triphénols, des amidophénols, des dianidophénols et plus spécialement dans les crésols amidés.

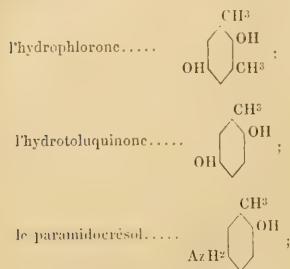
Quelques unes de ces substances pourraient pratiquement être utilisées, telles que :

le dianidocrésol..... 

puis un triamidocrésol..... 

¹ *Photographic News*, juin 1891.

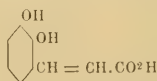
dont la position des groupes OH et AzH² n'a pas été déterminée;



La fonction acide ne paraît pas toujours incompatible avec les propriétés développatrices, pas plus que la sulfonation; dans le premier cas, cependant, c'est-à-dire dans le cas où la molécule contient un groupe CO²H, les corps essayés n'ont donné de résultat qu'en les employant avec une base énergique, les carbonates alcalins ne suffisant plus.

L'acide protocatéchique C⁶H³(OH)₂CO²H se trouve

dans ces conditions, de même que l'acide caféique (dioxycinnamique) :



7° Il est encore quelques autres conditions que doit remplir toute substance développatrice pour être utilisable. :

- (a) Il faut qu'elle soit soluble dans l'eau;
- (b) Que sa solution soit peu colorée;
- (c) Que les produits d'oxydation qui prennent naissance pendant le développement soient également peu colorés et ne communiquent pas une teinte persistante au substratum du sel haloïde d'argent.

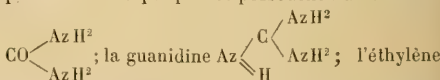
Ainsi l'hématoxyline C¹⁶H¹⁴O⁶, le quercitron C¹⁵H¹⁶O³ développent parfaitement, mais ne sauraient être employés parce qu'ils colorent infailliblement la gélatine, le premier en violet intense et le second en jaune foncé.

A ce propos, il est à remarquer qu'au fur et à mesure que la molécule se complique, on obtient des substances qui tendent à devenir de plus en plus insolubles et de plus en plus colorées. C'est donc parmi les corps dont la molécule ne contient qu'un petit nombre d'atomes de carbone que l'on

aura le plus de chances de découvrir de nouveaux développateurs utilisables.

8° Les remarques précédentes ne s'appliquent qu'à la série aromatique.

L'ensemble des groupes OH et AzH² ne constitue la fonction révélatrice que dans cette série; dans la série grasse ils impriment d'autres propriétés aux corps qui les possèdent : ainsi l'urée



diamine C²H⁴ (AzH²)₂, qui possèdent deux groupes AzH², ne développent pas l'image latente.

9° Cas de la phénylhydrazine. — Ce corps fait exception aux règles précédentes. D'après la constitution qu'on lui suppose, il n'y aurait qu'une seule substitution du diamidogène AzH² — AzH² dans un CH du noyau benzique :



Cette constitution différente se traduit par des propriétés différentes aussi; la phénylhydrazine est; en effet, dans la série aromatique, le seul corps connu qui puisse développer sans le secours d'une base ou d'un carbonate alcalin. La solution aqueuse ou mieux la solution hydroalcoolique suffit.

Cette exception dans les propriétés de la phénylhydrazine se rapportant à un corps dont la constitution fait elle-même exception aux règles précédentes, quoique s'en rapprochant, semble confirmer lesdites règles et permet de supposer que les autres hydrazines primaires aromatiques peuvent aussi constituer des développateurs.

Conclusions. — Les considérations qui précèdent nous avaient déjà fourni depuis longtemps des résultats au point de vue pratique; elles nous avaient amenés à expérimenter le paramidophénol que ses propriétés placent au premier rang des développateurs; elles nous ont conduits à reconnaître aussi qu'un grand nombre de corps possèdent des propriétés dont la photographie pourra tirer profit, et font prévoir l'existence d'un bien plus grand nombre encore de substances développatrices. Enfin elles indiquent la voie dans laquelle il convient d'entrer pour la recherche et l'étude de ces substances.

Auguste et Louis Lumière.

LE NÉO-LAMARCKISME EN AMÉRIQUE

SES BASES POSITIVES, ZOOLOGIQUES ET PALÉONTOLOGIQUES, D'APRÈS M. COPE

On sait que Lamarck attribuait un grand rôle dans l'évolution des formes animales à l'usage et au défaut d'usage des organes. Darwin s'est surtout préoccupé de la manière dont se conservent et se perfectionnent les variations déjà acquises; il a exposé d'une manière lumineuse le procédé de la *sélection naturelle*; mais celle-ci n'explique en aucune façon l'origine des variations.

Aujourd'hui beaucoup de naturalistes suivent une autre voie que Darwin; ils recherchent l'origine des modifications des animaux, et étudient l'effet des causes mécaniques sur l'organisme. Ils en reviennent ainsi à Lamarck, dont ils complètent et fortifient l'œuvre, si longtemps méconnue. C'est aux États-Unis surtout que se manifeste ce retour aux idées de Lamarck. Dans les revues américaines se publient un grand nombre d'écrits qui tendent à édifier un *néo-lamarckisme*. Le savant paléontologiste Cope est à la tête de ce mouvement; nous nous proposons d'exposer ici les résultats qu'il a obtenus. Ses essais sont disséminés dans un grand nombre de mémoires; mais il est revenu récemment sur cette question dans un important travail publié dans le *Journal of Morphology* sous ce titre : *The mechanical causes of the development of the hard parts of the Mammalia* (Sur les causes mécaniques du développement des parties dures chez les Mammifères).

I

Cope étudie d'abord les membres. Pour lui, l'usage les modifie en faisant intervenir deux causes mécaniques : le choc et la tension longitudinale. La première cause agit comme une compression dans le sens de la longueur et la seconde comme une traction dans le même sens. Toutes deux cependant peuvent stimuler le développement dans la direction de la longueur du membre. Cope remarque que les éléments qui reçoivent le principal choc sont précisément ceux qui s'allongent. Chez les Digitigrades ce sont les doigts qui reçoivent le choc des coups répétés sur le sol en supportant le poids du corps à chaque pas; chez les Plantigrades, c'est la plante du pied. Celui-ci reste court, mais les cuisses et surtout les tibias s'allongent (Éléphant, Ours). Les pattes de derrière des Kangourous et des Gerboises, employées au saut, prennent une longueur considérable. Il en est de même chez le Tarsier, où l'habitude de

sauter se joint aux conditions de progression arboricole (fig. 1). Ce qui s'allonge alors, ce n'est ni

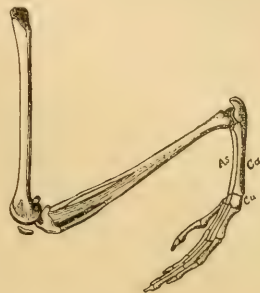


Fig. 1. — Tarsier spectre (*Tarsius spectrum*). Membre postérieur. — As, astragale; Ca, calcaneum; Cu, cuboïde (de Blainville).

le métatarse ni les doigts, toujours employés à la préhension; c'est le tarse proprement dit : l'astragale et le calcaneum. Des exemples d'allongement par extension nous sont fournis par les animaux qui se suspendent aux arbres, comme les Paresseux et les Quadrumanes, dont les membres de devant sont allongés et très développés.

L'usage constant explique le développement énorme des insertions musculaires de l'humérus des animaux fouisseurs, comme les Tatous et encore mieux les Taupes. On explique encore de la même manière la force de certains doigts plus spécialement adaptés à fouir le sol chez l'Oryctérope et le Tatou géant.

Les membres ont subi de grandes modifications en s'adaptant graduellement à la vie aquatique. Les stades de cette évolution s'observent dans l'Enhydre ou Loutre marine, les Phoques, les Siréniens et les Cétacés. Il faut remarquer que ces différents types ne sont pas unis par des liens phylogéniques; ils ont évolué séparément.

Pour qu'un membre devienne une rame parfaite, il faut qu'il soit inflexible, ce qui implique l'immobilité des articulations. On peut expliquer cette immobilité par le défaut d'usage d'abord volontaire de ces articulations, l'animal maintenant le membre à l'état rigide pendant qu'il s'en sert comme de rame. On sait très bien, en effet, que le pouvoir d'extension et de flexion se perd par le manque d'usage; ainsi les fléchisseurs et les ex-

tenseurs de la main sont atrophiés chez les Cétacés, tandis que ceux de l'humérus, qui deviennent ceux du membre entier, persistent dans les Baleines; le premier segment du membre antérieur est enfermé dans le tégument du corps, de sorte que, les mouvements étant plus restreints, les crêtes d'insertion diminuent de grandeur. Chez les Otaries, les pattes de derrière étant plus libres hors du tégument du corps, peuvent servir à terre, tandis que chez les vrais Phoques, où les pattes sont plus enfermées dans le tégument, elles ne peuvent servir que pour la natation. Les relations des muscles et des pattes de derrière qu'on observe chez les Phoques se manifestent déjà chez les Mustélidés aquatiques, comme le Vison. Le muscle grand fessier étend son insertion tout le long de l'extrémité distale du tibia, fléchissant ainsi ce segment et pouvant agir dans le choc du membre contre l'eau. Il y a en même temps raccourcissement du fémur, qui devient un point d'appui pour les pattes de derrière. Cet os se raccourcit et s'élargit jusqu'à prendre la forme caractéristique de celui des Phoques.

Dans les pattes natatoires, les phalanges per-

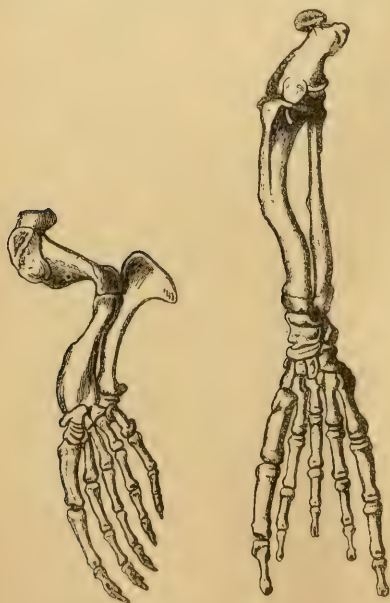


Fig. 2. — *Monachus albiventer*. Phoque. Patte de devant et patte de derrière, d'après Cuvier.

dent leurs trochlées et deviennent immobiles (Cétacés, Siréniens); de plus, chez les Phoques, le doigt interne et les orteils interne et externe s'al-

longent (fig. 2). Cela tient aux efforts provenant d'un usage constant et à une nutrition consécutive plus abondante des parties. En effet, le doigt interne est le support du corps pour ramper hors de l'eau, aussi bien aux pattes de devant qu'aux pattes de derrière. Toutefois le développement de l'orteil externe reste jusqu'à présent inexpliqué.

Chez les Ongulés, la longueur des phalanges a diminué peu à peu, comme on le voit du *Pantolambda* au *Coryphodon* et à l'*Uintatherium* et du *Lophiodon* aux Ménodontidés et aux Rhinocéros. En effet, le poids du corps pendant la marche porte surtout sur le métacarpe et le métatarse, tandis que les phalanges ont peu d'usage.

Le nombre des doigts est aussi en rapport avec les tensions et les chocs pendant la progression. Les animaux où le nombre des doigts est le plus réduit sont aussi ceux dont la course est la plus rapide.

Lorsque les chocs subis par les doigts sont peu considérables, leur réduction est faible et ne porte que sur un doigt; c'est ce qu'on voit chez les Carnivores, où la plante de l'extrémité des pieds est bien matelassée. Là où les efforts sont égaux pour tous les doigts, il n'y a pas de modifications; ainsi chez les Gerboises et les Kangourous, les pattes de devant gardent leur caractère primitif.

Les recherches paléontologiques montrent que les ancêtres des Ongulés étaient pentadactyles et plantigrades. Ils constituent le groupe des Péritychidés, groupe qui d'une part a fourni les Phénacodontidés d'où sont sortis les Hyracothéridés, formes primitives des Périssodactyles (nombre de doigts impair), et, d'autre part, les Pantolestidés, formes primitives des Artiodactyles (nombre de doigts pair) (fig. 3). Cope explique la réduction des doigts de la manière suivante. Il remarque que beaucoup d'Artiodactyles (ainsi les Hippopotames) vivent sur un sol marécageux ou relativement mou. La progression sur la vase a eu pour effet, chez leurs ancêtres, d'écarter les doigts de chaque côté de la ligne médiane. Ces doigts, au nombre de quatre (*Pantolestes*) sont d'abord égaux; puis l'animal a replié les doigts latéraux derrière les médians pour les protéger contre les chocs en marchant sur un sol plus dur. C'est ce manque d'usage des doigts latéraux qui a entraîné leur réduction chez les Pores et leur atrophie presque complète chez les Ruminants. Les Hyracothéridés ont vécu sur un sol plus dur, si l'on en juge par leurs descendants, Tapir des Andes et Rhinocéros d'Afrique; le choc portait surtout sur le troisième doigt, devenu ainsi de plus en plus prédominant, jusqu'à ce qu'enfin il ait seul persisté chez le Cheval. Ainsi l'effort continu sur le doigt le plus long est la cause de son allongement progressif, tandis que le défaut d'usage est la cause de la perte des doigts externes.

De la même manière que chez les Périssodactyles, le nombre des doigts se réduit chez les Kangourous et les Gerboises.

Les chocs ont aussi agi sur les articulations. Chez les animaux inférieurs les tissus sont mous et les flexions se produisent dans tous les sens. Au contraire le dépôt de matières solides limite les mouvements à certaines directions. Par suite on comprend que les mouvements, persistant pendant

tique qui a pour effet de permettre aux os du carpe et du tarse de céder plus facilement à la torsion sans se déplacer. Il n'y a plus alternance des os du tarse; il y en a une pour les os du carpe, la torsion étant plus grande aux pattes de devant. Le Chameau, qui est aussi pourvu de coussins élastiques, présente ici une difficulté; mais son diplarthrisme n'est pas acquis; il provient de l'hérédité, car les ancêtres des Chameaux, le *Poebrotherium*

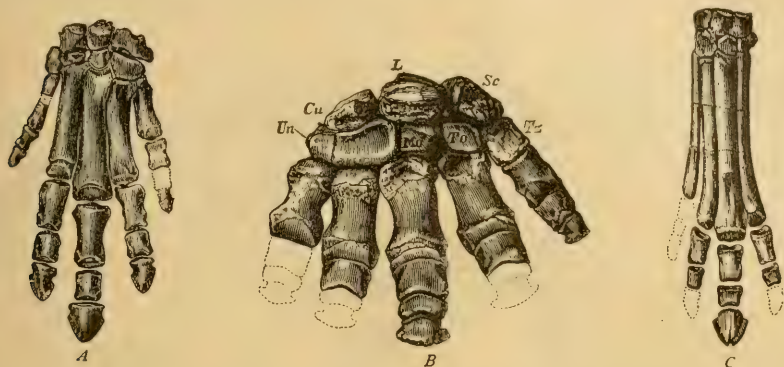


Fig. 3. — Pattes antérieures d'Ongulés primitifs. — A, *Phenacodus primevus*; B, *Coryphodon elephantopus*; C, *Hyracotherium venticolus* (Cope). — Cu, cuboïde; L, semi-lunaire; Sc, scaphoïde; Un, unciforme; Mo, grand os; To, trapézoïde; Tz, trapèze.

le durcissement des tissus, les parties dures soient adaptées aux mouvements. Aux points où il y a de grands mouvements se produisent des articulations, tandis qu'entre celles-ci le dépôt est continu. Lorsqu'il n'y a pas du tout de mouvement, il se produit des soudures, surtout si le développement des os est favorisé par des chocs; telles sont la soudure du cuboïde et du naviculaire chez les Bovidés et les Equidés, la fusion des cunéiformes chez certains des premiers, celle du grand os et du trapézoïde chez le *Bradypus*.

Les Ongulés primitifs (*Condylarthra*) ont les os du carpe et du tarse disposés en deux séries linéaires, tandis que chez les Ongulés actuels (*Diplarthra* = Périssodactyles et Artiodactyles) les deux rangées sont alternantes. Il y a eu rotation vers le dehors de la première rangée du carpe ou du tarse sur la seconde, ou rotation vers le dedans de la seconde sur la première. Pour l'expliquer il suffit de remarquer que dans la locomotion chaque pied occupe successivement deux positions: il repose sur le sol, puis il quitte le sol. Les coudes et les jarrets éprouvent une rotation et il y a torsion pour le pied; les os du carpe et du tarse, par suite de torsions répétées, se sont mis en alternance chez les Ongulés (fig. 4).

Sous les doigts des Onguiculés il y a du tissu élas-

(fossile rappelant le Chameau et le Lama) et ses alliés en sont affectés.



Fig. 4. — *Rhinoceros unicornis* (Métacarpe). — P, ligne d'effort quand le pied appuie sur le sol; R, quand il quitte le sol (Cope).

Dans les articulations immobiles ou ginglymoïdes la mobilité provient de la combinaison de sur-

faces concaves et de surfaces convexes permettant la flexion d'un os sur l'autre. Au contraire, dans les articulations fixes les surfaces s'adaptent de manière à ne pas permettre de mouvements. Il y a cependant transition d'un genre à l'autre dans l'articulation distale de l'astragale des Périssodactyles où la convexité distale se change en une surface à facettes articulaires. Il y a une modification analogue chez les Artiodactyles. On doit faire intervenir ici des chocs continus appliqués à angle

manquent. Ils existent, au contraire, chez les Dinocérates et les Artiodactyles, et portent des cornes.

Les Cervidés ont des bois caducs. M. Gaudry a démontré que les formes éteintes du Miocène présentent des transitions entre les bois caducs et les cornes permanentes. Dans ces formes il n'y a pas d'abord de cercle de pierrures à la base des bois (*Procervulus*), puis quand le bois est devenu caduc, comme chez le *Dicrocerus* de Sansan, le pédicule osseux qui le supporte est encore très long. Les bois

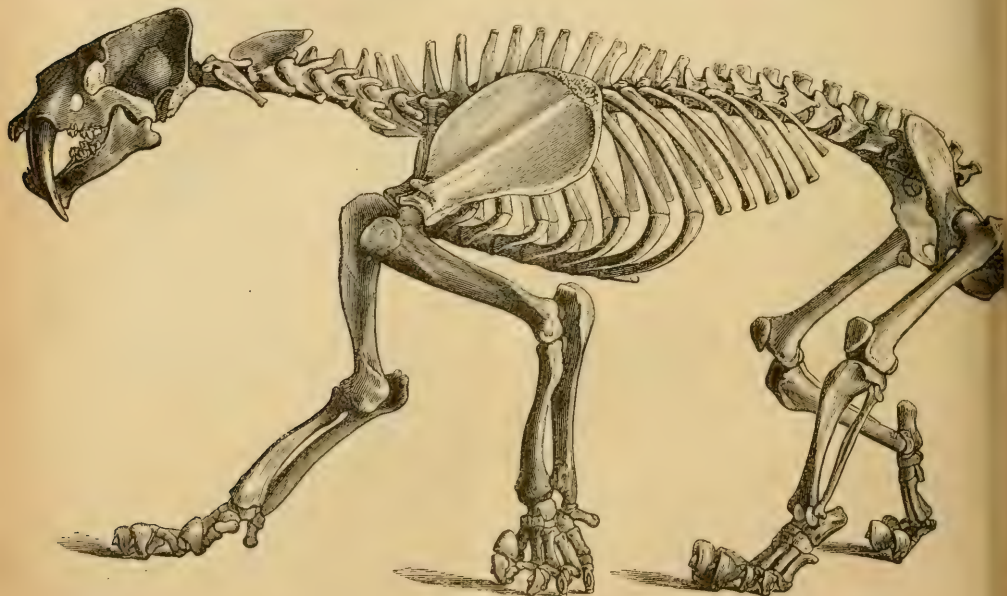


Fig. 3. — *Smilodon neogrus* de la formation pampéenne de Buenos-Ayres (d'après Burmeister).

droit sur les surfaces en question. Pour expliquer les autres articulations du même genre, Cope fait appel aux chocs, aux torsions tenant au mode de progression de l'animal ou à l'usage qu'il fait de ses pattes de devant.

II

Les cornes se trouvent aux points sujets à une irritation spéciale par contact avec des corps étrangers animés ou inanimés. Elles sont toujours placées aux angles postéro-latéraux du crâne ou sur le nez. Ce sont les parties les plus exposées, soit quand l'animal se fraie un passage, soit quand il attaque ou se défend. Ainsi le Rhinocéros a une ou deux cornes nasales; l'*Elasmotherium* (sorte de Rhinocéros quaternaire) avait sur le crâne une corne médiane osseuse, tandis que les angles postéro-latéraux

des premiers Cervidés restaient probablement couverts de peau et étaient ainsi constamment nourris par des vaisseaux sanguins. Mais les lésions du tégument produisent la mortification et par suite la chute des bois. Or ces lésions ont lieu surtout au moment des combats des mâles pour la reproduction: elles sont donc périodiques, ce qui permet de comprendre que la chute soit aussi devenue périodique.

Il faut attribuer de même à des causes mécaniques la différenciation des dents. Cope arrive aux conclusions suivantes: 1° L'accroissement d'une dent est dû à ce que l'animal s'en sert davantage. 2° L'usage et le changement de direction d'une dent se font dans le sens de la moindre résistance. 3° A cause de leur plus grande flexibilité les crêtes de la couronne obéissent plus facilement aux ten-

sions que les cuspides. 4° L'accroissement des crêtes et des cuspides dans toutes les directions, et par suite les plissements de la dent, sont le résultat de la stimulation provenant de l'usage, et limitée par l'usure due aux services mêmes que rend la dent. 5° La direction du développement des branches d'un V ou des cornes d'un croissant sera celle du mouvement des parties correspondantes de la mâchoire opposée.

L'origine des canines est due aux efforts subis par les dents par suite de leur position en des points qui sont utilisés pour saisir la proie ou pour résister aux ennemis. Chez certains reptiles (*Dimetrodon*) les canines sont à l'extrémité du museau; chez les Crocodiliens elles sont sur les côtés des mâchoires; chez les Mammifères elles occupent une position intermédiaire. Les canines supérieures sont plus fortes que les inférieures parce qu'elles sont soumises à plus d'efforts comme étant attachées à une partie plus fixe du corps. Le Mammifère ancien où elles sont le plus développées est le *Machairodus* ou *Smilodon*. Il a paru au Miocène supérieur, mais certaines espèces, comme le *Smilodon neogaeus* se trouvent dans les cavernes du Brésil et les couches quaternaires des Pampas (fig. 5). L'hypertrophie des canines est bien due à l'usage continu; c'est ce que montrent les Morses, qui s'en servent pour casser la glace et se hisser à terre. Ici ce ne sont pas les incisives qui s'accroissent, parce que les Morses descendent d'animaux (les Carnassiers) ayant de petites incisives et déjà de grandes canines.

L'hypertrophie remarquable des incisives des Rongeurs s'explique par la filiation de ces animaux. Ils sont alliés aux Tillodontes qui ont également, par l'absence d'émail, des rapports avec les Édentés. Chez l'*Esthonyx* toutes les incisives sont présentes à la mâchoire inférieure; mais la seconde paire a les caractères des incisives des Rongeurs (fig. 6). L'usage continu a développé

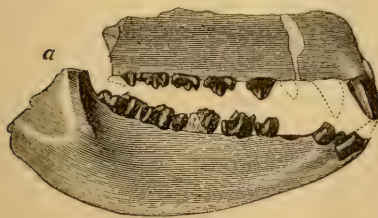


Fig. 6. — *Esthonyx Burmeisteri*. — Dentition, vue de profil. (réduit), d'après Cope.

cette paire chez le *Psittacotherium* (fig 7), tandis que la paire externe, moins utilisée, a disparu. Il

en est de même pour le *Calamodon* et le *Tillotherium*. Enfin les secondes incisives servant constamment comme des ciseaux, sont devenues énormes chez le *Casteroïdes* de l'Ohio.

La grandeur des incisives des Éléphants s'ex-

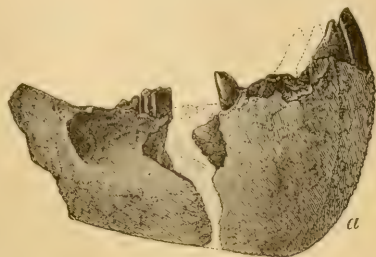


Fig. 7. — *Psittacotherium multfragum*. — Mâchoire inférieure, vue de profil, 1/2 grandeur, d'après Cope.

plique par l'usage qu'en font ces animaux pour se frayer un passage parmi les arbres, et pour soulever des fardeaux. Leurs ancêtres, encore inconnus, devaient déjà posséder de grandes incisives, comme le montrent les Toxodontes et autres représentants des Ongulés primitifs.

L'atrophie des incisives chez les Artiodactyles et les Édentés n'est pas expliquée; il y a toutefois une compensation évidente dans la formation de productions cornées, comme la carapace des Tatous et les cornes des Ruminants.

Les molaires des Mammifères semblent provenir par modifications progressives de simples dents coniques de Reptiles. Suivant Cope, la molaire a été d'abord un simple cône en alternance avec la dent correspondante de la mâchoire opposée (type haplodonte), puis le cône a développé des denticules latéraux (type triconodonte); ensuite se sont produits des denticules au côté interne et au côté externe, faisant alors de la dent un prisme à trois pans, avec sommet trituberculé. En quatrième lieu un talon s'est projeté à la base de la molaire inférieure qui a rencontré la couronne de la supérieure (molaire tuberculo-coupante). C'est de là qu'est dérivée la molaire coupante des Carnassiers. Enfin s'est développé en arrière de la molaire supérieure une cuspidé interne, tandis que le talon de la molaire s'est élevé et que sa cuspidé antéro-interne a disparu. De cette manière les molaires sont devenues quadrilituberculées et opposées (Quadrumanes, Insectivores, Diplarthra inférieurs). Chez les Hyracoides et les Diplarthra il y a eu ensuite des complications variées; les tubercules sont devenus plats et concaves de façon à donner par usure un V, ou bien ils sont réunis par des plis transversaux. Ceux-ci se sont beaucoup multipliés chez

les Proboscidiens et y sont devenus des crêtes transversales.

Cope explique la formation des différentes sortes de molaires (fig. 8), par les mouvements des dents inférieures sur les supérieures. A ce point de vue il y a plusieurs types :

1° Les molaires inférieures agissent sur la partie interne des supérieures. C'est ce que montrent les Triconodontidés du Jurassique, qui présentent des

ne serait pas le cas si la dent était trop en avant ou trop en arrière.

3° Les molaires supérieures et inférieures s'opposent, les mouvements de la mâchoire inférieure pouvant alors être verticaux (Suidés, Tapiridés) ou se produire de dehors en dedans (Rhinocéros, Chevaux), de dedans en dehors (la plupart des Artiodactyles), d'avant en arrière (Rongeurs), enfin d'arrière en avant (Proboscidiens).

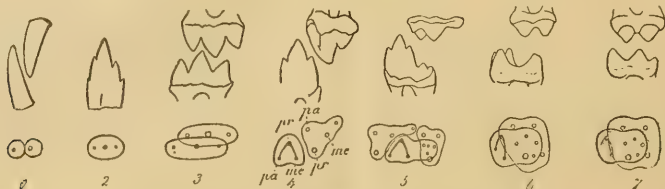


Fig. 8. — Diagrammes, montrant, d'après Osborn, les modifications successives de la dentition. — 1, Haplodonte (Dauphin); 2, Protodonte (*Dromatherium*); 3, Triconodonte (*Triconodon*); 4, Trituberculée (*Peralestes*); 5, Trituberculée carnivore (*Didymictis*); 6 et 7, Plus ou moins quadrituberculée (6, *Mictanodus*; 7, *Hyposodus*; — *pa*, cuspidé antérieur ou paracone; *me*, cuspidé postérieur ou métacone; *pr*, cuspidé interne ou protocone.

molaires du type le plus simple avec des cuspidés à la base des couronnes (fig. 9).

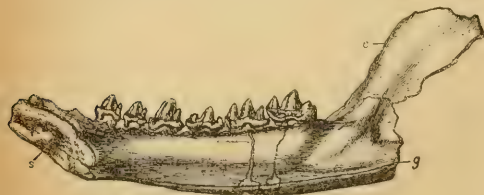


Fig. 9. — *Triconodon ferox*. — Face interne de la mandibule; c, apophyse coronoïde; g, sillon mylohyoïdien; s, symphyse, d'après Marsh.

2° Il y a tout ou partie des molaires inférieures entre les supérieures. Ce genre de mastication a produit les molaires trituberculées de certains Insectivores (Centétidés et Chrysoclores¹), puis les molaires tuberculo-coupantes des Créodontes² et de certains Carnassiers (Ursidés, Canidés) où le talon postérieur est développé. C'est de là qu'est dérivée la carnassière inférieure des Félidés par élargissement des deux tubercules externes et oblitération des tubercules interne et postérieur. L'origine de la carnassière supérieure s'explique par sa position; elle est immédiatement en avant du masséter; c'est là qu'il y a le plus de force, ce qui

Dans tous ces groupes apparaît la molaire quadrituberculée. Le quatrième tubercule, qui se trouve sur le bord postérieur du tubercule interne se montre chez le *Periphytychus*, souche des *Condylarthra* ou Ongulés primitifs. Ce tubercule s'accroît chez le *Phenacodus* appartenant au même groupe. Les tubercules peuvent être simples (Aunodontes), ou en forme de crêtes (Lophodontes). Les Lophodontes sont dérivés des Bunodontes; les Hyracothéridés bunodontes sont la souche des Rhinocéridés, Tapiridés et Équidés qui sont lophodontes. Les Ruminants présentent sur leurs molaires des croissants (Sélénodontes). La formation de ces croissants tient à ce que les cuspidés des molaires inférieures, passant entre celles des molaires supérieures, tendent à aplatir les côtés sur lesquels elles exercent leur frottement et à étendre ces côtés vers le dehors, donnant ainsi peu à peu à la cuspidé une forme en croissant.

Nous n'entrerons pas dans plus de détails. L'analyse précédente suffit pour montrer de quelle manière on peut déduire les modifications de structure de causes mécaniques, c'est-à-dire des mouvements de l'animal, des chocs ou des tensions que subissent les parties dures. Il nous reste à souhaiter que de nombreux naturalistes suivent la voie si brillamment ouverte par Cope et cherchent avec lui à préciser les procédés de l'évolution.

F. Priem.

Agrégé des sciences naturelles
Professeur au Lycée Henri IV.

¹ Les Centétidés sont les Tanreos, Insectivores de Madagascar, voisins des Ibissons. Les Chrysoclores ou Taupes dorées habitent le Cap.

² Les Créodontes sont des Mammifères fossiles ayant des rapports avec les Insectivores et les Carnassiers.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1^{re} Sciences mathématiques.

Oltamare (G.), *Doyen de la Faculté des Sciences de Genève. — Calcul de généralisation. — Mem. Institut national genevois*, t. XVI.

Dans le court exposé que je vais faire de ce nouveau mode de calcul, je n'ai pas la prétention d'exposer la suite des idées qui ont conduit l'auteur à sa découverte : je chercherai seulement à faire comprendre ce calcul dans son esprit et à en indiquer brièvement les principales applications.

La manière la plus simple de saisir l'idée fondamentale du calcul de généralisation est peut-être de le regarder comme une extension du calcul des dérivées à indices quelconques, créé par l'illustre Liouville. De même que ce géomètre, M. Oltamare regarde toute fonction comme développable en une série d'exponentielles; a désignant une variable indépendante, il pose :

$$(1) \quad \varphi(a) = \Lambda_\alpha e^{a\alpha} + \Lambda_\beta e^{\beta a} + \Lambda_\gamma e^{\gamma a} + \dots +$$

les lettres $\alpha, \beta, \gamma, \Lambda_\alpha, \Lambda_\beta, \Lambda_\gamma, \dots$ désignant des constantes quelconques réelles ou imaginaires, en nombre limité ou illimité. Cela fait, on exprime la série du second membre à l'aide d'une notation abrégée en écrivant :

$$(2) \quad \varphi(a) = G e^{a u}$$

Cette notation, qui peut paraître étrange au premier abord, n'a d'autre sens que celui exprimé par la formule (1) et l'on pourrait tout aussi bien poser suivra l'usage courant en mathématiques $\varphi(a) = \sum \Lambda_\alpha e^{a\alpha}$, u devant recevoir successivement les valeurs $\alpha, \beta, \gamma, \dots$; on dit que $\varphi(a)$ dérive de $e^{a u}$ par généralisation. Cela posé, Liouville nommait dérivée à indice μ et représentait par la notation $\frac{d^\mu}{da^\mu} \varphi$ la quantité :

$$\Lambda_\alpha e^{a\alpha} \alpha^\mu + \Lambda_\beta e^{\beta a} \beta^\mu + \Lambda_\gamma e^{\gamma a} \gamma^\mu + \dots$$

M. Oltamare a eu l'idée de constituer un calcul plus général dans lequel on considère des expressions de la forme

$$\Lambda_\alpha e^{a\alpha} \psi(\alpha) + \Lambda_\beta e^{\beta a} \psi(\beta) + \Lambda_\gamma e^{\gamma a} \psi(\gamma) + \dots$$

la fonction ψ étant quelconque et pouvant contenir la variable a .

Conformément à la notation précédemment adoptée, on désignera cette expression par le symbole

$$(3) \quad G e^{a u} \psi(u)$$

de telle sorte que $G e^{a u}$ représentant $\varphi(a)$, $G e^{a u} \psi(u)$ sera le résultat d'une certaine opération effectuée sur cette même fonction $\varphi(a)$; il ne faut pas perdre de vue que $\psi(u)$ pouvant contenir a , l'expression $e^{a u} \psi(u)$ est susceptible de représenter une fonction quelconque de a et u , de sorte que la formule (2) est entièrement équivalente à :

$$(4) \quad G F(u)$$

cette dernière représente par conséquent, elle aussi, une certaine opération exécutée sur $\varphi(a)$; c'est cette opération que le nouveau calcul a pour objet de préciser. On peut d'ailleurs constater facilement que les différentes opérations usitées dans l'analyse ne sont que des cas spéciaux de la généralisation, tant du moins

qu'elles sont caractérisées par des symboles linéaires ou distributifs.

Faisons comprendre ceci par un exemple fort simple et choisissons une opération $\delta \varphi(a)$ définie comme suit :

$$\delta \varphi(a) = \varphi'(a) - \varphi(a)$$

On peut immédiatement vérifier que

$$(5) \quad \delta \varphi(a) = G e^{a u} (u - 1)$$

$$(6) \quad \text{et même} \quad \delta^n \varphi(a) = G e^{a u} (u - 1)^n$$

Ces deux opérations $\delta \varphi$ et $\delta^n \varphi$ ne sont que des cas spéciaux de la généralisation; de plus en développant le second membre de (6) selon la formule du binôme, on trouve immédiatement :

$$\delta^n \varphi = \varphi^{(n)} a - \frac{n}{1} \varphi^{(n-1)} a + \frac{n(n-1)}{1 \cdot 2} \varphi^{(n-2)} a - \dots$$

Cet exemple, si élémentaire qu'il soit, peut déjà faire comprendre le parti à tirer du calcul de généralisation, quand les opérations qu'on a en vue ne sont que des opérations linéaires; s'il s'agit au contraire d'opérations non linéaires, ce calcul ne s'applique plus. Il peut donc être considéré comme une synthèse ou théorie générale des opérations linéaires. Rien n'oblige d'ailleurs de le restreindre aux fonctions d'une seule variable : on peut poser, en effet, une équation caractéristique telle que :

$$\varphi(a, b, c, \dots) = G e^{a\alpha + b\beta + c\gamma + \dots}$$

et déduire de là la signification du symbole $GF(u, v, w, \dots)$

Dans le mémoire de l'auteur, on trouve un grand nombre de déterminations de valeurs de $GF(u)$ de formes très différentes; en outre, un procédé permettant de déduire de $G \psi(u)$ et $G \chi(u)$ supposées connues la valeur de $G \psi(u) \chi(u)$; enfin une formule générale, contenant deux intégrales doubles, qui fournit la valeur de $GF(u)$ quelle que soit la fonction $F(u)$. La généralisation peut donc être regardée comme parfaitement définie, quelle que soit la fonction sur laquelle on l'exécute.

Quant aux applications, elles sont particulièrement intéressantes et elles embrassent un champ considérable; pour s'en faire une idée, il suffit, par exemple, de remarquer que toute identité contenant une lettre arbitraire peut par généralisation être transformée en identité contenant une fonction arbitraire. Il est à peine besoin d'observer que ce procédé (dont la différentiation et l'intégration sous le signe ne sont que des cas spéciaux) ne fournira des résultats vraiment nouveaux que lorsqu'il sera appliqué avec discernement. Quoi qu'il en soit, M. Oltamare a montré par de nombreux exemples qu'il est possible d'en déduire les valeurs d'intégrales définies non connues jusqu'ici, ou des relations entre plusieurs intégrales définies, séparément inconnues.

Un autre groupe d'applications est relatif à l'intégration des équations différentielles, au calcul inverse des intégrales définies et à d'autres problèmes de calcul intégral. Ces problèmes, qui sont regardés comme différents entre eux dans le calcul ordinaire, apparaissent au contraire dans le calcul de généralisation comme étroitement liés les uns aux autres, ou plutôt, ils ne sont tous que des cas particuliers d'un seul problème général. Ce problème est le suivant : Etant donnée la valeur de

$$G F(a, u) = \psi(a),$$

$F(a, u)$ représentant ainsi que $\psi(a)$ une fonction connue, remonter à la valeur de $\varphi(a)$ qui figure dans l'équation caractéristique $G^{\text{eau}} = \varphi(a)$; ce problème se somme résolution de l'équation symbolique $GF(a, u) = \psi(a)$. Il résulte de là en particulier que l'intégration de toute équation linéaire à coefficients constants ou variables peut être regardée comme équivalente à la résolution d'une équation symbolique.

Une troisième catégorie d'applications est relative aux équations linéaires aux dérivées partielles. Il suffira d'étendre ce que nous venons de dire au cas de deux ou de plusieurs variables indépendantes. Un autre procédé souvent plus commode consiste à chercher une intégrale particulière de l'équation donnée contenant une ou plusieurs constantes arbitraires. En opérant par des procédés analogues, il est aisé de ramener à des problèmes du calcul de généralisation le calcul des différences finies, celui des différences mêlées, le retour des suites, etc.

On aurait tort, à notre avis, de voir dans le calcul de généralisation un calcul achevé et parfait dans toutes ses parties; les géomètres pour lesquels la rigueur est la première qualité de toute production mathématique pourront sans doute faire des objections fondées à telle ou telle démonstration, et n'accepter certaines formules qu'en soumettant les fonctions arbitraires qui y entrent à de nombreuses conditions restrictives. La théorie moderne des fonctions nous a appris à être circonspects dans l'emploi des séries infinies et, à ce point de vue encore, le principe et les développements du calcul de généralisation prêtent le flanc à des critiques dont on ne peut se dissimuler la gravité. Tel qu'il est néanmoins, et comme nous avons essayé de le faire comprendre par le très court aperçu qu'on vient de lire, ce calcul n'en constitue pas moins un précieux instrument de recherches, et un essai remarquable de synthèse entre des domaines mathématiques, entre lesquels on n'aurait pas soupçonné au premier abord de parenté.

C. CAILLER (de la Faculté de Genève).

2° Sciences physiques.

Joubert (J.). — Traité élémentaire d'Électricité. 1 vol. de 371 pages, 2^e édition (8 fr.), G. Masson, 120, boulevard Saint-Germain, Paris, 1891.

Il a été précédemment donné dans cette *Revue* une analyse de l'excellent ouvrage de M. Joubert. Une deuxième édition, revue et augmentée, vient d'être publiée. M. Joubert y a apporté des remaniements assez nombreux en vue de tenir compte des progrès réalisés par la science électrique pendant ces trois dernières années. Les chapitres relatifs au magnétisme et à l'électromagnétisme ont reçu d'importants développements. Un nouveau chapitre a été introduit traitant des courants alternatifs, des oscillations électriques et des intéressantes expériences de MM. Hertz et Lodge.

F. DE NERVILLE.

Feustner (K.). — La Construction des étalons de résistance électrique, etc. *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, t. X, p. 6 et 425.

Ces étalons sont construits avec un alliage nommé « Patent-nickel », et qui contient 75 % Cu et 25 % Ni. Le « Patent » (brevet) se rapporte au procédé de désoxydation de l'alliage, que l'on obtient en ajoutant 0,3 % de manganèse à la coulée. Le métal peut alors être triplé. Son coefficient de variation avec la température est égale à 0,0002; il est peu oxydable et très permanent. Les variations constatées dans les maillechorts sont attribuées par l'auteur à la présence du zinc. Dans un précédent travail, l'auteur, en commun avec M. Lindeck, donnait les résultats d'expériences sur des alliages contenant des proportions notables de nickel (jusqu'à 30 %). Le coefficient de variation est

encore notablement abaissé; ce métal précédemment étudié par M. Westin, est aussi très stable.

Ch. Ed. GUILLAUME.

Gérard (Eric). — Leçons sur l'Électricité, professées à l'Institut électrotechnique Montefiore; 2^e édition, 2 vol. in-8° (20 francs), Gauthier-Villars, Paris, 1891.

Il y a, au sujet de cet excellent ouvrage, peu de chose à ajouter à l'analyse que M. Pellat a donnée ici de la première édition, épuisée en quelques mois.

La seconde édition contient pourtant des modifications assez importantes pour être signalées. Sans s'écarter du plan primitif, consistant à concentrer dans un premier volume la partie didactique (théorie, calcul des dynamos) et à réunir dans le second les applications industrielles, l'auteur a remanié très heureusement certains chapitres; aussi, dans le tome premier, la propagation des courants alternatifs a reçu un développement plus grand et est traitée suivant un plan mieux conçu; elle conduit directement à l'exposé des expériences de M. Hertz et de M. Lodge. Des vues très intéressantes sur ce sujet, en particulier des aperçus très clairs sur les théories de Maxwell, terminent très heureusement la partie théorique. Quant au calcul des dynamos et à l'étude de leur fonctionnement, c'est la partie traitée de main de maître: elle était et reste un modèle en ce genre.

Pour les mesures électriques, j'aurais aimé que l'on fit au moins mention de l'électromètre capillaire de M. Lippmann, qui remplace si bien le galvanomètre, avec une sensibilité supérieure, une apériodicité absolue, et une indifférence complète au champ magnétique extérieur. Cette propriété est précieuse, surtout dans les laboratoires voisins des usines où fonctionnent de puissantes dynamos, où circulent des courants intenses qui font varier à chaque instant la valeur du champ magnétique. L'électromètre capillaire est déjà employé dans des essais industriels; M. Minet s'en est servi très heureusement sous sa forme portative; il serait donc intéressant de le signaler. Ceci, d'ailleurs, est une simple critique de détail, et je m'empresse d'ajouter que les mesures industrielles sont très complètement et très clairement exposées, les mesures magnétiques en particulier, si importantes dans la construction des dynamos.

Dans le tome second sont traitées la canalisation, la distribution, la transmission de force, les installations d'éclairage. Dans toutes ces pages, on sent à la fois l'ingénieur distingué et le professeur; tout cela est lumineux comme exposition. Il y a un côté pratique qui frappe à première vue. Des devis d'installation, des tableaux de prix de revient sont même intercalés à leur bonne place, et ce n'est pas un mince service rendu aux ingénieurs électriciens chargés des installations, que de réunir en un faisceau tous les documents qui leur sont nécessaires.

Le livre de M. Eric Gérard est un livre qu'il faut lire, car c'est un de ces ouvrages qui seuls peuvent donner à un lecteur sérieux la notion de l'état actuel de la science électrique. Le succès extraordinaire de la première édition est d'ailleurs le pronostic de celui que la seconde ne peut manquer d'avoir.

Alphonse BERGET.

Fremy (E.). Membre de l'Académie des Sciences, Directeur du Muséum d'Histoire naturelle. — Synthèse du Rubis. Un vol. grand in-4° avec planches. (Prix 25 fr.), Vce Ch. Dunod, éditeur, 40, quai des Grands-Augustins, Paris, 1891.

Les belles recherches de M. Fremy sur la synthèse des rubis sont trop connues pour qu'il soit utile d'analyser ici l'ouvrage magnifiquement édité où l'auteur vient d'en exposer l'ensemble. On sait avec quel succès l'éminent chimiste s'est appliqué depuis lon-

¹ Voyez à ce sujet: VERNEUIL, La reproduction artificielle des rubis, dans la *Revue* du 15 janvier 1891, t. II, page 5.

gues années à reproduire diverses espèces minéralogiques. Ces synthèses ont exercé sur la marche de la science une influence qu'il serait injuste d'oublier, aujourd'hui qu'on les pratique d'une façon courante dans les laboratoires. Après avoir été l'un des plus brillants promoteurs des méthodes actuellement employées, M. Fremy a voulu les rendre en quelque sorte industrielles en les appliquant à la fabrication des pierres précieuses. Les admirables planches jointes à son texte témoignent du succès qu'il a obtenu avec son distingué collaborateur, M. Verneuil, dans la reproduction artificielle du rubis. Les cristaux sont représentés à différents stades de formation : plusieurs sont assez volumineux pour pouvoir être employés à la parure. La substitution du four des verriers au petit four dont on dispose dans les laboratoires, permettra sans doute d'augmenter d'une façon considérable les dimensions des rubis artificiels, et de fabriquer ces belles gemmes à bon marché.

L. O.

3^e Sciences naturelles.

Girard (Aimé). — *Recherches sur la culture de la pomme de terre industrielle et fourragère, gr. in-8^e de 216 pages avec figures et atlas (texte 3 fr. 75; atlas 5 francs), 2^e édition, Gauthier-Villars, 1891.*

Pour qu'un mémoire soit réimprimé, il faut qu'il dépasse les étroites limites du monde savant et atteigne le grand public. C'est ce qui est arrivé à l'ouvrage de M. Aimé Girard, dont nous sommes heureux de constater le très grand et très légitime succès.

Il a fallu donner une seconde édition des *Recherches sur la pomme de terre*, parce que l'auteur a non seulement traité les questions physiologiques que comportait son sujet, mais qu'en outre il a résolument abordé le problème agricole et montré qu'on pouvait tirer d'une culture rationnelle de la pomme de terre des profits beaucoup plus élevés que ceux qu'on réalise habituellement.

Le cultivateur influe sur l'abondance des récoltes, non seulement en distribuant au sol des fumures suffisantes pour satisfaire aux besoins de tous les individus de la même espèce qui, croissant simultanément à côté les uns des autres dans le même champ, évoluant ensemble, réclament tous en même temps les mêmes aliments ; si la terre, le magasin où puisent les racines, est insuffisamment garnie, les faibles n'obtiennent que des distributions insuffisantes, dépérissent et la récolte s'amoindrit.

Depuis vingt ans, de grands progrès ont été accomplis dans cette voie ; nous savons aujourd'hui dans la plupart des cas employer des engrais que la création des syndicats agricoles livre actuellement à bon compte.

Les engrais toutefois ne présentent toute leur efficacité que lorsqu'ils sont distribués à des variétés capables de les utiliser, et le choix de ces variétés exerce sur l'abondance des rendements une influence décisive. M. Aimé Girard vient d'en donner une preuve nouvelle ; il a, pendant plusieurs années, cultivé comparativement quelques-unes des variétés de pommes de terre connues comme prolifiques et riches en fécule ; de cette comparaison il a conclu que la variété, cultivée en Allemagne sous le nom de *Richter's Imperator*, méritait la préférence ; il a étudié et fixé les conditions dans lesquelles elle doit être cultivée, puis a écrit la première édition des *Recherches* ; les cultivateurs auxquels il a distribué des semences ont en général docilement suivi ses instructions, s'en sont bien trouvés, et aujourd'hui la *Richter's Imperator* est appréciée à sa juste valeur.

On peut en obtenir de 35 à 40.000 kilogrammes de tubercules à l'hectare, tandis qu'habituellement on ne tire des autres variétés dans les bonnes terres que 20.000 kilogrammes environ ; la production moyenne de la France est seulement 7.000 kilos ; la *Richter's*

Imperator est très riche en fécule : les dosages de 20 pour 100 ne sont pas rares ; de telle sorte qu'on peut espérer produire de 5 à 6.000 kilogrammes de fécule à l'hectare, au lieu de 1.000 à 1.500 que donnent nos cultures actuelles.

M. Aimé Girard a donc rendu à la culture française un service signalé en préconisant la *Richter's Imperator* ; la nouvelle édition de son ouvrage indique clairement les méthodes à suivre pour réussir, méthodes éprouvées par nombre de cultivateurs dont les renseignements donnent de la justesse des règles fixées par M. Girard une éclatante démonstration.

P. P. DEHÉRAIN, de l'Institut.

Prenant (Dr A.). — *Eléments d'Embryologie de l'homme et des Vertébrés, 1^{er} vol. in-8^e de 470 pages (Prix 16 fr.). G. Steinheil, éditeur, 2, rue Casimir-Delavigne, Paris 1891.*

Il n'est guère possible de rendre compte en quelques lignes d'un travail aussi étendu que l'est le livre d'embryogénie que vient de publier M. Prenant. Cet ouvrage, dit l'auteur dans son avant-propos, n'est que la première partie d'une étude plus considérable. Il ne renferme, en effet, que le développement de l'ébauche embryonnaire avec ses organes primitifs. Il y a là toutefois un sujet assez vaste et assez difficile à traiter pour que nous ne ménagions pas nos félicitations à celui qui a eu la science et le courage nécessaires pour entreprendre une telle publication.

L'ouvrage comprend huit chapitres, dont les deux derniers sont consacrés aux annexes fœtales, les six premiers traitant successivement des produits sexuels, de la maturation et de la fécondation, enfin de la constitution de l'embryon (formation des feuillets, rapports des organes embryonnaires entre eux et avec les vestiges de la gastrula, etc.).

Ce qui rend plus particulièrement intéressant le traité d'embryogénie de M. Prenant, c'est que, pour chacune des questions étudiées, l'auteur suit le développement des connaissances acquises, en indiquant succinctement les principaux travaux qui ont marqué les étapes de la science jusqu'à l'époque actuelle. Cette méthode d'exposition est très précieuse pour ceux qui veulent se faire une idée à peu près exacte des progrès de l'embryologie. Elle permet, en outre, d'utiles comparaisons entre les diverses théories émises sur certains sujets encore controversés, et ils sont nombreux, de telle sorte que chacun des chapitres est une sorte de revue critique d'autant plus intéressante que le lecteur y reconnaît toute la compétence de l'auteur en ces matières.

En ne se bornant pas à l'embryogénie humaine et en étendant son étude aux Vertébrés, M. Prenant a pu écrire un ouvrage qui joint à la clarté qu'apportent les documents fournis par les Vertébrés inférieurs, l'intérêt que suscite la revue des nombreux travaux qui portent sur ces derniers. Les chapitres sur la segmentation, sur la Gastrula, sur la formation et la destinée des feuillets y puisent un grand intérêt, qui s'accroît encore par l'étendue des détails relatifs à certaines espèces devenues classiques dans ces études. De là des sortes de petites monographies, comme celle de l'œuf de l'*Ascaris megalocephala*, ou comme celle de l'*Amphioxus* dont l'histoire se poursuit à travers tous les chapitres qui montrent toute l'importance du choix des sujets d'observation dans les recherches de cette nature, en même temps que les éclaircissements qu'ils fournissent aux études sur les Vertébrés supérieurs. Un index bibliographique termine chacun des chapitres, et de nombreuses figures facilitent la lecture des descriptions, d'ailleurs très claires. Nous n'avons qu'à former le vœu de voir bientôt paraître le second volume qui nous est promis et qui devra traiter de l'organogénie, c'est-à-dire du développement des organes de l'adulte aux dépens des organes primitifs de l'embryon.

Dr H. BEAUREGARD.

Soulier (A.). — Etude sur quelques points de l'anatomie des Annélides tubicoles de la région de Cette (Sécrétion du tube et appareil digestif). Thèse de la Faculté des Sciences de Paris. Montpellier; Imprimerie Serre et Ricome, rue de la Vieille-Intendance, juin 1891.

La thèse de M. Soulier a pour objet l'étude de la formation du tube de quelques Annélides tubicoles (*Branchioma*, *Myxiolella*, *Spirographis*, *Protula*). On savait déjà que ce tube était sécrété par les nombreuses glandes à mucus que renferme l'épiderme tout entier, et particulièrement celui des bouchiers ventraux, contrairement à l'ancienne opinion de Claparède qui attribuait cette sécrétion aux glandes périésophagiennes. M. Soulier confirme l'idée que le sillon coprologue et les glandes périésophagiennes n'ont rien à voir avec cette sécrétion, et reprenant l'étude histologique des téguments, il montre que les cellules épithéliales ordinaires limitent des alvéoles occupées par des cellules muqueuses, et que l'ensemble des premières constitue un réseau alvéolaire qu'on rencontre constamment chez les Tubicoles. Cette structure se retrouve chez les Annélides errantes, mais les alvéoles y sont beaucoup plus petites, souvent vides, ce qui s'explique par l'importance beaucoup moindre que prennent dans ce groupe les sécrétions épidermiques. La conclusion générale qui se dégage du travail de M. Soulier est que l'épiderme présente la même structure dans tout le groupe des Annélides et qu'il est constitué par un réseau alvéolaire.

R. KOEHLER.

4° Sciences médicales.

Babinski (D^r J.). — Paraplégie flasque par compression de la moelle. *Archives de médecine expérimentale, Paris mars, t. III, p. 229.*

Deux observations personnelles, rapprochées de quelques autres, conduisent M. Babinski aux conclusions suivantes :

1° Une compression de la moelle peut, sans produire de lésions appréciables de l'organe, donner lieu à une paraplégie très intense et même complète, susceptible de se prolonger plusieurs mois.

2° Lorsque dans une paraplégie flasque d'une durée qui dépasse quelques semaines, consécutive à une compression de la moelle, la flaccidité ne peut être attribuée à une lésion occupant une partie quelconque de l'arc des réflexes tendineux, qu'elle n'est pas due non plus à la destruction d'une portion de la moelle dans toute sa largeur¹, il est permis de croire que la moelle n'est pas altérée, ou ne l'est que très légèrement.

3° Il y a lieu d'admettre que cette variété de paraplégie, abstraction faite des circonstances extérieures, comporte un pronostic relativement bénin.

4° Quand l'état général du malade ne s'y oppose pas, la trépanation du rachis, suivie de l'ablation des tissus qui compriment la moelle, semble particulièrement indiquée.

D^r Henri HARTMANN.

Delthil (D^r). — Traité de la diphtérie. Sa nature microbienne, son origine ornithologique probable, ses différentes médications et opérations, et plus spécialement, son traitement général et local et sa prophylaxie par les hydrocarbures non toxiques, avec 19 planches en noir dans le texte et 5 hors texte en couleur, et préface de M. le D^r Verneuil (8 fr.). O. Doïn, éditeur, 8, place de l'Odéon, Paris, 1891.

Quelque considérable que soit le nombre des traités déjà publiés sur la diphtérie, l'ouvrage que vient de faire récemment paraître M. Delthil sur ce sujet est

une œuvre d'une utilité incontestable. On sait que M. Delthil a imaginé une méthode de traitement de la diphtérie, méthode qui compte un certain nombre de succès à son actif, et qui repose sur l'emploi des hydrocarbures non toxiques. L'auteur préconise, surtout dans les cas graves, et pour désagréger les fausses membranes, ainsi que pour faciliter leur expulsion, l'inhalation des produits de combustion de goudron de gaz et d'essence de térébenthine, ou de térébenthine seule. La technique de ces fumigations, le traitement local qui leur sert d'adjuvant sont décrits dans le plus grand détail et suivis de nombreuses observations. Les chapitres qui précèdent l'exposé de la méthode de M. Delthil comprennent l'anatomie pathologique et la bactériologie. Cette partie n'est pas la moins complète ni la moins étudiée; les récents travaux qui ont jeté une clarté si vive sur l'étiologie de cette redoutable affection, y sont fort bien exposés et résumés. Les symptômes, le diagnostic et le traitement chirurgical du croup sont également l'objet d'une description très détaillée. Notons en terminant que M. Delthil croit à l'identité de la diphtérie animale et de la diphtérie humaine. Cette opinion est basée sur un certain nombre d'observations qui ne nous paraissent pas toutes très concluantes, et d'ailleurs elle n'est pas admise par la plupart des bactériologistes. Les micro-organismes pathogènes de la diphtérie aviaire et de la diphtérie humaine ont des dissemblances trop marquées pour qu'on puisse conclure à leur identité, et l'origine ornithologique de la diphtérie humaine, soutenue par M. Delthil, ne nous semble pas devoir être admise.

D^r R. WURTZ.

Babes (V.). — Annales de l'Institut de Pathologie et de Bactériologie de Bucharest. 1 vol. in-4° avec planches. Imprimerie royale, Bucharest, 1891.

Bien que de création récente, le laboratoire de Bactériologie de Bucharest est appelé à devenir bientôt, grâce à la direction de M. Babes, un centre d'études fort important. La situation géographique du pays, les conditions sociales et ethnographiques en font un champ d'investigation très riche pour tout ce qui concerne les maladies infectieuses de l'homme et des animaux. Aussi les *Annales* fondées par le Professeur Babes nous promettent-elles la relation d'une variété de travaux qu'on ne pourrait effectuer ailleurs. C'est à ce titre surtout que cette publication nous paraît intéressante.

Le premier volume, qui vient de paraître, contient vingt mémoires écrits en double texte, roumain et français. On les doit à M. Babes et à quelques élèves, qui ont collaboré avec lui. On y trouve notamment une étude très soignée des filtres à sable, dont s'occupent en ce moment tous les hygiénistes. Les résultats contradictoires obtenus à l'Institut sanitaire de Berlin montrent la nécessité de nouvelles recherches sur ce sujet. M. Babes conclut de ses expériences à l'impossibilité d'obtenir une eau biologiquement pure; mais il propose une série de mesures destinées à atteindre le degré de pureté qui suffit dans la pratique. — Signalons aussi un travail fort intéressant sur une épidémie spéciale à la Roumanie et désignée sous le nom de gastro-entéro-néphrite du Bœuf. Cette maladie est caractérisée par une hémogloburie particulière. M. Babes lui a reconnu une cause bactérienne; il en a isolé et cultivé les hématoques et il a réussi à en reproduire expérimentalement les symptômes et les lésions anatomiques. — Un mémoire sur la lèpre en Roumanie, accompagné de nombreuses reproductions photographiques, mérite aussi d'attirer l'attention; M. Babes conclut que cette maladie se transmet par contagion beaucoup plus que par hérédité. — Citons enfin d'intéressantes études sur les associations bactériennes de la tuberculose, la concurrence vitale et le bacille tuberculeux de Koch, l'étiologie de la fièvre typhoïde du Cheval, que M. Babes rattache à la pneumonie contagieuse, tout en admettant l'intervention de plusieurs variétés de bactéries.

L. O.

¹ Celle-ci s'accompagne d'une anesthésie profonde qui manque dans les compressions simples de la moelle.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 15 juin 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. F. Caspary** : Sur les deux formes sous lesquelles s'expriment, au moyen des fonctions theta de deux arguments, les coordonnées de la surface du quatrième degré, décrite par les sommets des cônes du second ordre qui passent par six points donnés. — **M. J. Boussinesq** : Sur les déformations et l'extinction des ondes aériennes, isolées ou périodiques, propagées à l'intérieur de tuyaux de conduite sans eau, de longueur indéfinie. — **MM. G. et L. Richard** décrivent un appareil de leur invention destiné à constater dans un courant gazeux de très faibles variations de pression. Cet appareil consiste essentiellement dans une valve métallique légère qui oscille devant un ajutage communiquant avec le tuyau à surveiller et qui ferme ou ouvre un circuit électrique, suivant sa position. En faisant varier la situation de l'appareil par rapport à la verticale, on lui fait signaler les augmentations ou les diminutions de pression, et on règle sa sensibilité, qui est extrême; il peut répondre à des variations de pressions exprimables par quelques centièmes de millimètre d'eau. — **M. G. Bigourdan** : Observations de la comète périodique Wolf faites à l'Observatoire de Paris. — **Mlle D. Klumpke** : Observation de la nouvelle planète Charlois (Nice, juin 11, 1891) faite à l'Observatoire de Paris. — **MM. Gonnessiat et Le Cadet** : Eclipse de soleil du 6 juin 1891, observations faites à l'Observatoire de Lyon. — **MM. Rambaud et Sy** : Observations de la comète Wolf (1881, III), faites à l'Observatoire d'Alger. — **M. J. Léotard** : Eclipse de soleil du 6 juin 1891, observée à l'Observatoire de la Société scientifique Flammarion, de Marseille. — **M. J. Reiset** : Résumé des observations météorologiques faites à Ecorchebœuf, près Dieppe (Seine-Inférieure) de 1873 à 1882.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. B. Gernez** a repris avec la mannite l'étude qu'il avait faite avec les acides tartrique et malique actifs; la mannite, qui ne possède qu'un pouvoir rotatoire extrêmement faible, en prend un considérable lorsqu'on ajoute à sa solution un molybdate acide; **M. Gernez** examine comment varie ce pouvoir rotatoire quand on ajoute des quantités croissantes de molybdate. — **M. M. Berthelot** a reconnu que si l'on fait passer de l'oxyde de carbone, à la température de 45° sur du fer réduit par l'hydrogène à basse température, le gaz qui a traversé l'appareil contient du fer; il s'agit d'un *fer-carbonyl*, analogue au nickel-carbonyl de **MM. Mond, Lang et Quincke**. **M. Berthelot** a étudié diverses propriétés de ce dernier composé, notamment ses conditions de stabilité et ses réactions vis-à-vis de l'oxygène; il signale une réaction remarquable, qui consiste dans l'apparition de fumées bleues au contact du bioxyde d'azote avec le nickel-carbonyl vaporisé dans l'azote. — **MM. L. Grimaux et A. Arnaud** ont formé la quiniéthylène, homologue supérieur de la quinine ordinaire ou quinométhylène, par l'action de l'azotate d'éthyle sur la cupréine sodée en tube scellé. Ils décrivent le procédé de purification qu'ils ont employé pour séparer de la cupréine toute trace de quinine; ils étudient quelques-unes des propriétés de la quiniéthylène et de ses sulfates. — **M. C. Matignon** a déterminé les chaleurs de combustion de la formylurée et de l'acétylurée; il en déduit leurs chaleurs de formation, et trouve que la formylurée est formée avec dégagement de chaleur, ce qui tend à faire croire qu'on peut l'obtenir par l'action à froid de l'acide formique

sur l'urée; **M. Matignon** a pu, en effet, réaliser cette réaction; au contraire l'acétylurée est formée avec absorption de chaleur. — **M. J. Minguin** a obtenu des éthers substitués de l'acide campho-carbonique, le méthylcamphocarbonate de méthyle et le méthyl-camphocarbonate d'éthyle; ces éthers saponifiés par la potasse en tube scellé à 130° — 140° donnent du camphre méthyli. — **M. F. Th. Müller** a préparé les éthers nitro-cyanacétiques en faisant agir l'azotite d'amyle sur les éthers cyanacétiques sodés. — **M. Prud'homme** a étudié les phénomènes chimiques auxquels donne lieu le blanchiment du coton par l'eau oxygénée. On sait que l'addition de magnésie donne des résultats plus avantageux; **M. Prud'homme** démontre que cela tient à la formation d'un peroxyde de magnésie plus stable que l'eau oxygénée à la température de 100°. L'eau oxygénée, très faiblement acide, attaque les corps gras neutres, à l'ébullition, avec dégagement d'acide carbonique et formation d'acides gras. Par l'action de l'eau oxygénée, sur la cellulose, il se forme un peu d'oxycellulose, comme le démontrent, d'une part, l'aptitude ainsi acquise à fixer sans mordant les matières colorantes basiques, d'autre part, la désagréation que subit la fibre, par suite d'une action plus intense, si elle a été avant le blanchiment traitée par la soude caustique ou des oxydes métalliques. Le réactif de Schweizer attaque aussi la cellulose en l'oxydant.

3^o SCIENCES NATURELLES. — Les recherches de **M. E. Bataillon** sur la structure de la fibre musculaire chez la larve de *Phrygane* l'amènent aux conclusions suivantes : la striation transversale se développe en rapport avec les noyaux; c'est du noyau que partent les stries des réseaux transversaux sur lesquels les grains réfringents de la fibre développée représentent les massules chromatiques de la période de formation; les segments myosiques et les fibrilles longitudinales n'apparaissent qu'après le réticulum transversal. — **M. V. Willem** a reconnu qu'au-devant des yeux des mollusques pulmonés basomatophores on trouve dans l'épaisseur du tégument une petite lacune en communication avec le système circulatoire. L'expérience a montré à **M. Willem** que la vision est peu nette chez ces animaux. — **M. H. de Varigny** a repris sur la *Lymnée* les expériences de **K. Semper**, qui avait démontré que l'on peut influencer considérablement la croissance de l'animal par la quantité d'eau que l'on met à sa disposition, et avait émis l'hypothèse que l'eau contiendrait en très petite quantité une substance nécessaire au développement de la *Lymnée*. En variant l'expérience de diverses manières, **M. de Varigny** démontre que la condition qui exerce le plus d'influence sur la taille de la *Lymnée*, c'est la place dont elle dispose pour se promener; les autres conditions physiques ou chimiques sont secondaires. — **M. L. Trabat** a trouvé sur les Hauts Plateaux du département d'Oran de grandes quantités de criquets pèlerins envahis par un cryptogame qu'il détermine comme un *Botrytis*. — **M. Ch. Déperret** a déterminé des débris de mammifères trouvés aux environs de Gray (Haute-Saône) dans des fentes du calcaire portlandien; il a reconnu la faune des fentes de carrières du bassin du Rhône, notamment de la Grive-Saint-Alban; il a retrouvé une faune analogue, dans les mêmes conditions, au mont Cindre (mont d'Or lyonnais). Ces faits, rapprochés de ceux de cette espèce déjà connus, à Sansan, à Tournus, indiquent pour la France au début du miocène une période franchement continentale, intercalée entre la phase lacustre ou lagunaire de l'Aquitainien et la phase d'invasion marine, au moins pour la

vallée du Rhône et le Jura, qui caractérise l'étage helvétique. — Dom Jehl a trouvé dans une fente de roches oolithiques, à Pouillyenay (Côte-d'Or) une série d'ossements, appartenant à une faune quaternaire, accompagnés de deux petits silex taillés. — M. Bachelard en étudiant au microscope sur des coupes minces des plaquettes calcaires recueillies aux environs de Digne dans la zone à *avicula contorta*, a reconnu que ces plaquettes sont constituées par une agglomération de coquilles microscopiques d'ostracées et de gastéropodes, véritable naissain fossile.

Mémoires présentés. — M. Surry Montaut adresse un mémoire ayant pour titre : Thermo-pyromètre à base de mica, système Louis Damaze. — M. Delaurier adresse, à propos d'une communication récente de M. Dubouin, une note relative à un moyen d'apprécier le mouvement vertical des aérostats. — M. J. Joffroy adresse une note sur une valeur approchée du côté du polygone régulier de sept côtés.

Séance du 22 juin 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. E. Picard. Sur une généralisation des équations de la théorie des fonctions d'une variable complexe. — M. L. Raffy. Sur la détermination des surfaces spirales d'après leur élément linéaire. — M. C. Guichard : Sur une classe particulière de congruences des droites. — M. A. Petot : Sur certains systèmes de coordonnées sphériques et sur les systèmes triples orthogonaux correspondants. — M. Löwy s'est occupé de rechercher une méthode pour la détermination des coordonnées équatoriales des centres des clichés constituant la carte du ciel; on sait qu'il doit être pris deux séries de clichés se chevauchant d'une série à l'autre; M. Löwy démontre qu'il est possible de rattacher, à l'aide de mesures micrométriques très précises, une plaque d'une série aux quatre plaques de l'autre série qui la recouvrent partiellement; au moyen de deux ou de trois raccordements successifs on pourra disposer pour la détermination des constantes de chaque cliché, des repères situés dans une vaste portion du ciel, et par suite, n'utiliser que des étoiles de grandeur notable et bien connues quant à leur mouvement propre; les calculs sont peu compliqués. — M. Charlois : Observation de la nouvelle planète découverte à Nice, le 11 juin 1891. — MM. Rambaud et Sy : Observation de la nouvelle planète Charlois (1891, juin 11) faites à l'Observatoire d'Alger. — M. E. L. Trouvelot a observé sur le soleil, le 17 juin, un phénomène lumineux extraordinaire, consistant en une tache lumineuse plus éclatante que les facules et légèrement jaunâtre; ils'agirait d'un centre éruptif; un fait analogue a été signalé une fois seulement, en 1859.

2^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — A propos de la note de M. Miclesco sur la détermination de l'équivalent mécanique de la chaleur, M. M. Deprez rappelle que l'appareil employé pour ces expériences n'est autre que celui qu'il a imaginé dans le même but et qu'il a commencé à appliquer avec M. d'Arsonval. — M. A. Hurion propose une formule pour représenter la quantité de lumière de longueur d'onde λ transmise à travers un milieu trouble assujéti à remplir certaines conditions théoriques. Etudiant au moyen du spectrophotomètre de M. Crova la lumière transmise à travers certains précipités (essence de citron par l'eau, azotate d'argent par le chlorure de potassium) qui présentent une teinte bleue, l'auteur a trouvé pour les diverses raies du spectre des valeurs qui vérifient sensiblement sa loi, lorsqu'il observe aussitôt après la formation du précipité. Avec le temps, le liquide trouble devient blanc, la loi ne s'applique plus; on pourrait alors représenter le phénomène par une formule indiquant qu'au phénomène primitif se superpose une diffusion générale indépendante de la longueur d'onde. — M. V. Bjerknes a cherché à déterminer expérimentalement l'amortissement des oscillations électriques de l'excitateur de

M. Hertz, il l'a trouvé extrêmement rapide. Ce phénomène explique la résonnance multiple observée par MM. Sarrazin et de la Rive, conformément à l'hypothèse émise par M. Poincaré qui était arrivé par des considérations théoriques à des valeurs semblables. — M. E. Mercadier, appliquant les principes théoriques auxquels il était arrivé dans ses recherches antérieures, a construit un récepteur téléphonique donnant des résultats très satisfaisants avec un volume et un poids extrêmement restreints; cette exiguité du récepteur permet d'en fixer une paire à demeure dans les oreilles, au moyen d'un ressort allant de l'un à l'autre par dessous le menton. L'auteur donne le nom de *bitélphone* à ce dispositif, dont l'avantage est de laisser les mains libres. — M. G. Limb a cherché à préparer du baryum métallique par l'électrolyse; en électrolysant du chlorure de baryum soit pur, soit mélangé de chlorure de sodium il n'a jamais obtenu de métal, mais un sous-chlorure. — M. G. Hinrichs indique la façon dont la loi qu'il a formulée s'applique au calcul de la température d'ébullition d'un liquide quelconque sous toutes les pressions. — M. A. Recoura a soumis à l'étude thermo-chimique la modification que les sels violets de chrome dissous éprouvent par la chaleur en devenant verts; il a reconnu que le phénomène est double et consiste 1^o dans une dissociation en acide libre et en sel basique; 2^o dans la formation d'un sesquioxyde particulier. — M. A. Joly a repris l'étude de l'osmiatate de potasse; ses recherches le conduisent à écrire la formule de ce corps OsO_3AzK . — M. L. Ouvrard a obtenu le zirconate de lithine en chauffant la zirconite avec le chlorure de lithium; il a obtenu aussi un silicozirconate de potasse en chauffant au rouge vif du zircon avec du carbonate de potasse. — M. A. Besson a préparé les trois bromoiodures de silicium, par une méthode analogue à celle qui lui avait servi pour les chloroiodures, en distillant sur du silicium cristallisé, chauffé à une température voisine du rouge, du bromure d'iode. — M. R. Varet a obtenu l'iodocyanure et le bromocyanure de magnésium et de mercure en ajoutant à une solution concentrée et tiède de cyanure de mercure, soit de l'iodure soit du bromure de magnésium; en particulier pour le premier de ces sels, il est facile de se rendre compte que l'on a affaire à une combinaison de cyanure de magnésium avec l'iodocyanure de mercure; on sait que le cyanure de magnésium ne peut exister isolément. — MM. H. Gautier et G. Charpy ont repris la question de la *passivité* du fer en présence de l'acide azotique concentré; ils ont reconnu que l'acide azotique, quelle que soit sa concentration, attaque le fer parfaitement décapé, mais au lieu de l'attaque vive accompagnée de dégagement gazeux que produit l'acide étendu, l'acide concentré donne lieu à une attaque lente, sans dégagement gazeux, mais facile à mettre en évidence par la diminution de poids du métal, la présence d'oxyde de fer en solution et la création d'une force électromotrice d'environ 0^m9413 par le couple fer-platine-acide azotique concentré. — M. J. Minguin en traitant en tube scellé à 150° l'éther camphocarbonique par le benzyle de soude a obtenu l'hydroxycamphocarbonate de benzyle neutre, l'alcool éthylique de l'éther ayant été déplacé par l'alcool benzylique.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. P. Pichard a étudié la transformation des matières organiques azotées dans des sols artificiels variés, au point de vue de l'influence qu'exercent sur la formation des nitrates et de l'ammoniaque le sulfate de fer et le sulfate de chaux. D'une façon générale, le sulfate de fer et les sels de fer entraînent la décomposition des matières azotées, mais favorisent la nitrification de l'azote ammoniacal; le sulfate de chaux favorise à la fois les deux actions microbiennes. Ces deux sels ont donc des indications pratiques différentes, suivant que l'azote des fumures se trouve à l'état d'ammoniaques ou bien à l'état de combinaisons organiques non décomposées. — MM. A. Müntz et A. Ch. Girard ont vérifié dans les

conditions pratiques de la culture les résultats de leurs recherches sur la rapidité de nitrification des divers engrais formés de débris animaux; ils ont vu ce que sont les engrais dont la nitrification avait été reconnue le plus rapide, sang desséché, débris de cornes, guano, etc. qui donnent les résultats les plus avantageux. — MM. R. Lépine et Barral ont reconnu que dans le sang des chiens après un repas riche en féculents, il existe des quantités notables de glycogène qui est rapidement saccharifié, de sorte que si l'on recherche le pouvoir glycolytique d'un sang recueilli dans ces conditions, on l'estime au-dessous de sa valeur, le sucre fourni par le glycogène remplaçant celui qui existait dans le sang à mesure que celui-ci est détruit; si l'on supprime le ferment glycolytique par le chauffage à 58°, le premier phénomène se présente seul, et on a alors une augmentation notable du sucre du sang pendant la première demi-heure. — M. Ch. Henry a relevé les séries de M. J. Delbœuf relatives aux efforts exercés successivement sur un dynamomètre; il cherche une relation numérique entre les nombres obtenus. Dans le même but, il a fait des expériences avec des halteres munies de poids additionnels. Il trouve des augmentations ou des diminutions de force, suivant que les nombres sont ou ne sont pas rythmiques, d'après sa théorie. — M. L. Roule a suivi le développement des feuillets blastodermiques chez les Crustacés Isopodes (*Porcellio scaber*). — M. A. Trécul a étudié la formation des feuilles des *Æsculus* et des *Pavia* et l'ordre d'apparition de leurs premiers vaisseaux. Dans les écailles protectrices des bourgeons, qui sont constituées par des pétioles surmontés de folioles avortées, les vaisseaux naissent à la base du pétiole et s'accroissent de bas en haut pour arriver aux folioles. Pour les feuilles, il existe deux types; dans le premier (*Æsculus hippocastanum*), les premiers vaisseaux apparaissent dans la moitié inférieure de chaque foliole, et se développent vers le haut dans la nervure médiane et vers le bas dans le pétiole; dans le second type (*Pavia*) les vaisseaux apparaissent à la fois dans la foliole et dans le pétiole, et marchent à la rencontre les uns des autres. L'atrophie de la foliole fait passer de ce dernier type à celui des écailles. M. Trécul étudie également le développement des nervures en rapport avec les dents des folioles. — M. H. Jumelle a étudié la respiration et l'assimilation aux températures de - 30° à - 40° chez les plantes qui résistent sans être desséchées à ces froids. La respiration est supprimée, ou du moins tout à fait insensible. La décomposition de l'acide carbonique a pu être observée pour l'*Epipée*, le Genévrier, et un Lichen, l'*Eternia prunastri*. — M. J. Kunkel d'Heroullais et Ch. Langlois : Les champignons parasites des acridiens. (Voir Soc. de Biologie, 20 juin). — M. A. Lacroix a étudié dans l'Ariège des granites qui avaient été donnés comme traversant les couches jurassiques. Il a reconnu que ces granites ont traversé les couches primaires sous-jacentes dans lesquelles ils ont produit de véritables actions métamorphiques. Dans les couches jurassiques, on n'observe rien de pareil, les nodules granitiques qui y sont inclus sont des blocs arrachés; le contact des calcaires jurassiques s'effectue avec le granite par des couches riches en cristaux, mais qui sont des assises détritiques, des *arkoses*, et non le résultat d'une action métamorphique. Les granites sont donc là, comme partout, antérieurs à l'époque secondaire. — M. J. Rousset présente diverses observations qu'il a pu faire sur le granite porphyroïde de Saint-Martin (Pyrénées-Orientales), granite considéré par Dufrenoy comme très récent et traversant le calcaire fossilifère de l'Infracrétacé. L'examen d'une tranchée récemment ouverte dans les marnes albiniennes montre en effet des filons granitiques au travers de ces marnes avec métamorphisme au contact. — M. E. Rollet a étudié sur les squelettes des grands singes conservés dans les musées de Paris et de Lyon les traces de phénomènes pathologiques; il a relevé un assez grand nombre d'affections osseuses analogues à celles de l'homme. — M. Ch. Brongniart

annonce par télégramme avoir obtenu de bonnes cultures du *Botrytis* des Acridiens.

Mémoires présentés. — M. C. Ribard adresse une note relative à un moyen d'enlever la neige sur les rails de chemins de fer.

L. LAPICQUE.

ACADEMIE DE MÉDECINE

Séance du 9 juin 1891

M. Charpentier, répondant à une assertion de M. Constantin Paul, insiste sur ce point que le cœur s'hypertrophie certainement pendant la grossesse. — M. Laborde complète sa communication de la dernière séance en montrant un appareil destiné à pratiquer la respiration artificielle dans le cas d'accidents dus aux chloroforme; on doit la réaliser par le procédé de l'insufflation. L'appareil de M. Laborde permet de la faire et en outre de se rendre compte, à tous les moments de la chloroformisation, de l'état des mouvements respiratoires. — M. Labbé n'admet pas que les physiologistes puissent fixer les règles de la chloroformisation, les phénomènes que l'on constate chez les animaux n'étant pas absolument identiques à ceux observés chez l'homme. Les sujets qui vont mourir d'intoxication chloroformique ont une manière spéciale de respirer que tout médecin peut reconnaître sans appareil spécial. Il faut alors faire immédiatement la respiration artificielle en élevant et abaissant les bras. M. Labbé revendique la paternité de la méthode d'administration du chloroforme par doses fractionnées; il ajoute qu'il ne faut pas pincer les narines de ses malades. — M. Guérin ait remarquer que c'est Simpson qui le premier a employé le mode d'administration que préconise M. Labbé. — M. Chauveau, qui a administré le chloroforme un grand nombre de fois aux animaux et à l'homme, dit que dans les deux cas les accidents sont les mêmes et la mort a lieu avec les mêmes symptômes. — M. Périer présente une petite fille qu'il a opérée avec succès par la laryngotomie, pour un corps étranger (fragment d'os) tombé dans le larynx depuis 33 jours. — M. Klat a traité, avec bénéfice évident, un anévrisme artérioveneux de la carotide dans le sinus caveux par la ligature de la carotide primitive. — M. Tuffier lit une observation d'extirpation par dissection d'un gros kyste du rein (néphrectomie partielle); la guérison a eu lieu par première intention après suture du parenchyme rénal.

Séance du 16 juin 1891.

M. Marotte préconise dans la grippe surtout l'emploi du chlorhydrate d'ammoniaque qui agit plus rapidement que le sulfate de quinine et amène une guérison plus nette. On peut atteindre les doses de 3 à 5 grammes en 24 heures, par cachets de 0 gr. 50, en calculant les moments d'administration d'après les effets produits. M. Marotte a vu aussi le jaborandi, pris à la dose de 1 gr. 50, couper rapidement une attaque de grippe. — M. Péan : Épilepsie partielle par angiome intracranien. Il existe, une variété d'angiomes intracrâniens qui sont développés dans l'épaisseur des méninges et situés entièrement à l'intérieur du crâne. Ce sont des angiomes simples; leur caractère principal est de communiquer, par une grosse veine dilatée, avec le sinus longitudinal supérieur. Au point de vue clinique, ces angiomes méningés se manifestent uniquement par des troubles fonctionnels cérébraux en rapport avec le siège de la tumeur. Ces symptômes sont toujours : la douleur localisée au point lésé; l'épilepsie jacksonnienne, si la tumeur correspond à un centre moteur. Le pronostic en est très grave, à cause des phénomènes cérébraux qu'ils occasionnent, et aussi parce que la rupture d'un des vaisseaux qui les constituent peut amener une hémorrhagie mortelle. Ces tumeurs sont justiciables de la trépanation. — M. Terrier communique les observations relatives, dans un premier cas, à une cholécystite avec péricholécystite. A cause des adhérences, l'extirpation de la vésicule fut impossible,

On fit le drainage et le malade mourut de péritonite septique. Dans un second cas, il fit la cholécystectomie chez une femme qui avait une grosse tumeur biliaire. La vésicule renfermait des calculs. M. Terrier eut recours au cathétérisme des voies biliaires, qui lui permit de constater la présence de calculs dans le canal cystique; la malade guérit rapidement.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 20 juin 1891.

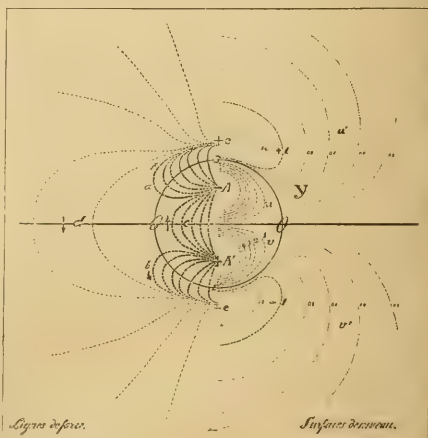
M. Féré présente un grand nombre d'empreintes des plis cutanés du pouce, relevées chez des épileptiques, et constate que chez la moitié des sujets ces empreintes ne sont pas symétriques à droite et à gauche. — MM. Combemale et Marestang ont constaté chez des sujets atteints de lépre anesthésique typique, une dégénérescence nerveuse particulière (dégénérescence crétacée) caractérisée par la présence de granulations calcaires, tenant la place des tubes nerveux. — MM. Cadéac et Meunier envoient une note intitulée : Antagonisme des formes épileptiques et stupéfiantes du vulnérable. — MM. Kunkel d'Herculais et Langlois, à propos de la note récente de M. Brongniart à l'Académie des Sciences, rappellent qu'ils ont signalé depuis longtemps un cryptogame parasite des acridiens, d'après leurs observations et leurs expériences, ils pensent que ce parasite ne peut s'opposer efficacement aux invasions des sauterelles, parce que les conditions d'infection sont rarement réalisées dans la nature, et que d'ailleurs la maladie produite est superficielle et n'entraîne la mort de l'adulte qu'après la ponte. — M. Giard, qui présente cette note, montre des acridiens infectés par lui au moyen de l'*Isaria* du hanneton et fait voir que l'aspect est très semblable à celui des individus infectés, envoyés d'Algérie par les auteurs précédents. — M. Binet a étudié l'anatomie microscopique de la chaîne nerveuse abdominale du hanneton; la segmentation n'est plus indiquée que par des bandes minces de tissu conjonctif; il décrit les rapports des nerfs alaires et cruraux avec les centres moteurs. — M. Féré rapporte un cas de création par un aliéné de mots dépourvus de signification. — M. Sanchez-Toledo a repris les expériences de MM. Vaillard et Vincent sur les cultures de bacilles du tétanos débarrassées de leurs toxines par la chaleur ou le lavage; contrairement à ces auteurs, il a vu que le bacille dans ces conditions tue les souris auxquelles on l'inocule.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 3 juillet 1891.

M. Schwedoff expose les bases d'une théorie relative à la distribution dans l'espace de l'énergie d'une masse en mouvement. On sait que la lumière, le son, la chaleur, le courant électrique et l'électromagnétisme exigent un certain temps pour déterminer un effet à distance. Quant à l'action électrostatique à distance, on ignore jusqu'ici si elle est instantanée ou progressive. M. Schwedoff aborde cette importante question. Admettant l'hypothèse d'une vitesse finie de l'action électrostatique, il détermine, par l'analyse géométrique, la distribution des lignes de force et des surfaces de niveau dans le cas d'une décharge électrique. On sait qu'une décharge, pareille à celle que l'on obtient avec un excitateur de M. Hertz, consiste en oscillations très rapides de deux masses de signes contraires et dont les vitesses sont toujours directement opposées. M. Schwedoff projette les graphiques qu'il a déduits de la théorie et les compare avec ceux que M. Hertz avait déterminés par l'expérience. L'examen de ces deux genres de graphiques qui représentent la distribution des lignes de force, permet de constater un accord très satisfaisant, lequel peut être invoqué comme une première preuve en faveur de l'hypothèse de M. Schwedoff. La figure ci-jointe représente les graphiques de M. Schwedoff. Le côté droit est réservé exclusivement

aux surfaces de niveau et le côté gauche aux lignes de force, au bout d'une oscillation simple. En examinant le côté droit, on y aperçoit d'abord une droite horizontale et un cercle qui se coupent aux points O et O'. Ce sont les surfaces de potentiel *zéro*. Ces deux surfaces partagent tout l'espace en quatre régions, dont *u* et *u'* sont à un potentiel positif, *u* et *u'* à un potentiel négatif. Les nombres 1, 2, 3, etc., placés à côté des courbes, représentent les valeurs respectives du potentiel. + A' et - A sont les positions des deux masses au bout de la première oscillation. Conformément à cette distribution des surfaces de niveau, les lignes de force (côté gauche) forment quatre groupes de lignes parfaitement distincts. A mesure que les oscillations se suivent, les lignes de force *a*, *b*, *c* s'en vont dans l'espace, en conservant leur configuration et en cédant leur place à d'autres, de formation plus récente. D'autre part, M. Schwedoff a appliqué sa théorie à l'analyse de l'ac-



tion d'un noyau qui traverse un essaim de corpuscules disséminés dans l'espace. Il est manifeste qu'un noyau pareil doit engendrer dans l'espace un système d'ondes, dont la configuration est identique à celle que nous présentent les queues des comètes. L'auteur montre par de remarquables projections que pour les comètes de formes les plus variées, les plus capricieuses en apparence, il y a toujours une concordance parfaite entre l'observation et la théorie. Il rappelle, en terminant, que la théorie actuellement adoptée par certains astronomes conduit le plus souvent à des résultats en contradiction avec les observations ¹. — MM. Hutin et Leblanc ont traité par le calcul le rôle des condensateurs dans les machines à courants alternatifs pour combattre la self-induction du circuit. On sait que la self-induction augmente la résistance apparente et modifie la phase : or l'emploi des condensateurs permet précisément de faire varier la phase et de combattre l'inertie apparente dans le régime variable. Incidemment les auteurs ont fait des essais de divers diélectriques et ont précisé les cas dans lesquels chacun d'eux peut donner de bons résultats. Ils ont déterminé ensuite les conditions d'emploi des condensateurs dans les machines à champ tournant, et ont réalisé ainsi un nouveau moteur à courants alternatifs. De cette étude résulte qu'en réalisant des conditions particulières indiquées par la théorie, on arrive à

¹ La partie de la théorie de M. Schwedoff qui se rapporte aux comètes a été publiée il y a onze ans (*Théorie mathématique des Formes cométaires*, Odessa, 1880).

donner à ces machines toutes les propriétés des machines à courants continus, par exemple à rendre le couple moteur indépendant de la vitesse de rotation; il n'y a de différence que dans la nécessité d'un synchronisme approximatif. — L'étude des phénomènes actino-électriques a fourni à M. Branly un certain nombre de résultats nouveaux. Jusqu'ici il n'y a accord que pour ce qui concerne l'électricité négative. Pour la positive, les résultats, assez discordants, conduisaient cependant à admettre que cette électricité ne donne pas lieu aux mêmes phénomènes de déperdition que la négative. M. Branly montre que cette dissémination provient seulement de l'imperfection des expériences : avec l'électricité positive, la déperdition se produit encore très nettement, mais avec une rapidité un peu moindre. Au lieu de l'arc électrique, il vaut mieux prendre comme source la série des décharges produites par une bobine de Ruhmkorff entre deux crayons d'aluminium. Pour des expériences qualitatives, on place au-dessous de la source et à une très petite distance un électroscope à feuilles d'or de M. Boudréaux; on entoure la boule d'une boîte cylindrique portant à sa partie supérieure une seule ouverture circulaire sur laquelle on place la substance dont on veut étudier la transparence : mica, quartz, spath fluor, etc... Pour les recherches quantitatives, l'auteur a recours à la méthode de M. Hallwachs, qui consiste à étudier la déperdition sur un plateau métallique relié à un électromètre. M. Branly se sert de l'électromètre de Hunkel. Il a constaté que le degré de poli du métal du plateau ne joue pas un rôle aussi considérable qu'on l'avait cru jusqu'ici.

Edgard HAUDÉ.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 12 juin 1891.

M. Engel s'est proposé d'étudier les changements de coloration que présente le chlorure de cobalt sous diverses influences. On admettait généralement que ce changement est dû à la dissociation de l'hydrate de chlorure de cobalt $\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, et la couleur bleue résulterait alors de la présence de chlorure de cobalt anhydre ou d'un hydrate inférieur; M. Engel montre que cette explication doit être rejetée; en effet si une solution très diluée de chlorure on ajoute un peu d'une solution également diluée d'acide chlorhydrique, on voit immédiatement apparaître la coloration bleue. On ne peut admettre la formation de chlorure anhydre dans de pareilles conditions. Du reste si à cette solution très diluée on ajoute du chlorure de zinc, on voit réapparaître la couleur rose, il ne peut cependant y avoir hydratation dans ces conditions; l'explication naturelle c'est qu'il se forme, en présence d'acide chlorhydrique, un chlorhydrate de chlorure, bleu; quand on introduit un chlorure capable de donner un chlorhydrate de chlorure plus stable que celui de cobalt, la coloration bleue disparaît par suite de la disparition de l'acide chlorhydrique. La formation de chlorure de cobalt bleu, quand on chauffe son hydrate jusqu'à son point de fusion, est due au même phénomène. M. Engel a, en effet, montré qu'on ne peut chauffer ce chlorure jusqu'à son point de fusion sans qu'il perde de l'acide chlorhydrique. — M. Chassevent, à l'appui des observations de M. Engel, dit qu'il a obtenu une combinaison des chlorures de cobalt et de lithium $\text{CoCl}_2 \cdot \text{LiCl} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ qui est d'un beau bleu et tout à fait analogue à celle qu'il a préparée au moyen des chlorures de cuivre et de lithium, $\text{CuCl}_2 \cdot \text{LiCl} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$; cette dernière est rouge. Ces composés ne diffèrent des chlorhydrates de M. Engel que par la substitution d'un molécule de chlorure alcalin à une molécule d'acide chlorhydrique. — M. Wyrouboff croit que les faits observés par M. Engel ne résolvent pas complètement la question : sans mettre en doute l'existence du chlorhydrate de chlorure de cobalt, M. Wyrouboff pense que dans la majorité des cas c'est à l'existence d'un hydrate inférieur qu'est

due la coloration bleue. Il explique l'apparence que présentent les solutions de chlorure de cobalt chauffées et le chlorure de cobalt fondu, par un phénomène optique; la différence des colorations serait due à ce que dans un cas on regarde la lumière transmise et dans l'autre la lumière réfléchie. — M. Le Chatelier ne conteste pas non plus l'existence des chlorhydrates de chlorure de cobalt; mais pense que les faits observés par M. Engel s'expliquent aussi facilement par la déshydratation simple du chlorure de cobalt. La formation d'un chlorhydrate de chlorure en solution neutre exigerait la formation simultanée d'un oxychlorure qui, étant insoluble dans l'eau pure, le serait à fortiori dans la solution du mélange des sels. La décomposition du carbonate de chaux par le chlorure de cobalt ne prouve pas, d'après M. Le Chatelier, la présence d'un chlorhydrate de chlorure, le sulfate et l'azotate de cuivre donnant lieu au même phénomène. Enfin la déshydratation du sel dans la liqueur ne doit pas être attribuée à la présence d'un corps qui absorbe l'eau, mais simplement à la dilution de la dissolution par un corps inerte dont l'effet est d'augmenter la dissociation de l'hydrate. L'eau n'est pas inerte ici, puisque c'est un des éléments de la dissociation de l'hydrate de chlorure de cobalt; elle doit donc augmenter la stabilité de l'hydrate. — Nous ferons remarquer ici que, si les propositions de M. Le Chatelier sont vraies d'une manière générale, l'application qu'il en fait aux expériences de M. Engel ne nous semble pas justifiée; en effet quand on ajoute à une solution très diluée de chlorure de cobalt une solution elle-même diluée d'acide chlorhydrique, on ne devrait pas avoir de coloration bleue, puisqu'on augmente la quantité d'eau; ensuite, il ne devrait pas y avoir de différence entre les substances inertes qui diluent la solution de chlorure de cobalt; et cependant ce sont celles-là seules qui sont capables de donner des chlorhydrates de chlorure stables qui font disparaître la coloration bleue pour la ramener au rose; en diluant par une substance inerte quelconque la solution de chlorure de cobalt, on devrait amener sa dissociation et par suite la coloration bleue, ce qui n'a pas lieu. Enfin, il est absolument inexact de dire que les oxychlorures sont insolubles; le fer, le chrome, métaux voisins du cobalt, en donnent de solubles. — M. Béchamp rappelle une méthode récente d'analyse du lait, décrite par M. Duclaux dans son livre sur le lait; il en fait une critique basée sur de nombreuses expériences et prétend que les résultats qu'elle donne sont forcément erronés. M. Béchamp estime que, quand il s'agit des laits de vache et de chèvre, un dosage de la caséine, une détermination du volume des globules lacteux dans la crème étherée fournissent des renseignements à la fois plus exacts et plus expéditifs sur la qualité de ces laits. Il indique ensuite la marche à suivre pour le dosage de la caséine. — M. L. Bourgeois a remarqué que les alcaloïdes mono-oxygénés des quinquinas peuvent être sublimés dans le vide; ce fait était déjà connu pour la cinchonine. M. Bourgeois a trouvé que la cinchonidine se sublime très aisément dans le vide à 200°; la cinchonamine elle-même jouit de cette propriété, mais il faut avoir soin de ne pas dépasser la température de 180°. La cinchotine cristallise aussi par sublimation à des températures un peu plus élevées que la cinchonine. M. Bourgeois a comparé les cristaux obtenus par voie de sublimation à ceux que donnent les autres procédés de cristallisation et a reconnu la parfaite identité cristallographique des cristaux obtenus par les divers procédés. — M. Demont décrit une combinaison de sulfure de potassium et d'alcool absolu, précipitable de sa solution alcoolique par l'éther, ou par évaporation. Les cristaux fondent à 60° et ont pour formule $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}, \text{K}_2\text{S}_2$; la chaleur leur enlève de l'alcool. — M. Lespieau, par l'action de l'anhydride phosphorique sur la dibromhydrine symétrique de la glycérine a obtenu l'épibromhydrine $\text{CHBr} = \text{CH} - \text{CH}_2\text{Br}$, qui par ses propriétés diffère des corps $\text{C}_2\text{H}_3\text{Br}_2$ signalés jusqu'ici; c'est un liquide bouil-

lant à 135° avec décomposition. Traité par l'éthylate de sodium, il donne l'éthylène $\text{CHBr} \equiv \text{CH} - \text{CH} \cdot \text{OC}_2\text{H}_5$ bouillant à 145°.

Séance du 26 juin 1891.

M. V. Serrin présente une nouvelle balance donnant directement les fractions du décigramme; cet appareil a déjà été décrit dans ce recueil (voir page 429). — M. G. Griner expose une partie de ses recherches sur l'isomérisie des carbures normaux à 6 atomes de carbone; et fait en particulier une étude détaillée du diméthylbiacétylène d'où résulte d'une manière évidente la formule de constitution suivante :



M. Griner montre que la formation d'un seul tétrabromure par addition de brome à ce carbure, est d'accord avec cette formule et pouvait être prévue par des considérations stéréochimiques. L'hydratation du diméthylbiacétylène par l'acide sulfurique ou par le chlorure mercurique donne naissance à une monocétonne non saturée $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2$ et à une dicétonne $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_2$ identique avec l'acétylpropionylméthane; l'action de la potasse alcoolique sur le même carbure conduit à la fixation directe d'une molécule d'alcool; ces deux derniers faits sont les premiers de ce genre qui aient jamais été observés, et sont d'un grand intérêt. M. Griner donne aussi par des considérations stéréochimiques l'explication de l'isomérisie des carbures appelés bipropényles, et de leurs tétrabromures qui conduisent tous par l'action de la potasse alcoolique au diméthylbiacétylène.

— M. Lauth a étudié l'action de divers oxydants sur les combinaisons azoïques, et a constaté qu'il y a rupture de la molécule qui donne d'un côté une combinaison disazoïque, et d'autre part une quinone. La réaction paraît être très générale et caractéristique des combinaisons azoïques; elle donne en outre un moyen rapide et facile de préparer les quinones à l'état de pureté; l'oxydant employé de préférence est le bioxyde de plomb en présence d'un acide. — M. Béchamp ajoute quelques mots à la communication qu'il a faite dans la dernière séance; il a reconnu dans le lait la présence de matières qui réduisent la liqueur cupropotassique, à la manière du lactose, mais qu'on peut séparer du sucre de lait par précipitation au moyen de l'acétate basique de plomb. La présence de ces substances est une cause d'erreur pour le dosage du lactose dans le lait. — M. Grimaux expose la suite des recherches qu'il a faites avec M. Arnaud et indique les précautions à prendre pour obtenir de la cuprine parfaitement exempte de quinine, ceci pour répondre aux observations de M. Hesse. MM. Grimaux et Arnaud ont remplacé dans leur réaction le chlorure d'éthyle par l'azotate d'éthyle et ont ainsi obtenu la quinéthylène, ou éthio-cuprine, les rendements s'élèvent à 60 %. Cette base fond à 160°. Les auteurs ont également obtenu la quinopropylène avec l'azotate de propyle. — M. Engel revient sur sa dernière communication sur la coloration des sels de cobalt, et explique l'action du papier, qui, imprégné de chlorure de cobalt, devient rapidement bleu; il y a décomposition du chlorure et formation d'oxyde. L'auteur répond ensuite aux critiques formulées dans la dernière séance par M. Le Chatelier, et montre, comme nous l'avons déjà fait dans le compte rendu précédent, qu'elles ne sont pas fondées. — M. Le Chatelier ne maintient d'ailleurs pas ses affirmations précédentes; il considère seulement la couleur rose des sels de cobalt comme la teinte exceptionnelle; or l'addition d'un excès d'eau produit toujours la coloration rose; il pense que la coloration est ici en relation avec une variation dans la condensation moléculaire. — M. Meyerhoffer cherche à expliquer les changements de couleur par l'hypothèse d'Arrhénius; suivant lui, la coloration bleue serait due aux ions du cobalt. — M. Wyruboff fait observer que les hypothèses émises par M. Meyerhoffer sont con-

traires à l'expérience et qu'il ne peut admettre l'hypothèse de la dissociation électrolytique dans un cristal.

A. COMBES.

SOCIÉTÉ MATHÉMATIQUE DE FRANCE

Séance du 17 juin 1891.

M. de Mendizabal Tamborel, de Mexico, présente à la Société les premières bonnes feuilles des tables logarithmiques et trigonométriques qu'il est en train de publier. Appelant *gone* l'angle que mesure la circonférence, il désigne par les expressions de *décigone*, *centigone*, ..., *microgone* le $\frac{1}{10}$, le $\frac{1}{100}$, ..., le $\frac{1}{1000000}$ du gone. Les tables de logarithmes comprennent tous les nombres de 0 à 125000 avec 8 décimales; elles s'arrêtent là parce que 125000 microgones font $\frac{1}{8}$ de gone et qu'il suffit de calculer les fonctions circulaires pour cette partie de la circonférence. Les logarithmes de tous les nombres premiers de 1 à 50000 sont donnés avec 8 décimales; les logarithmes de $\sin \alpha$ et de $\frac{\tan \alpha}{\alpha}$, avec 8 décimales, de microgone en microgone, depuis 0 jusqu'à 125000; ceux de $\sin \alpha$, $\tan \alpha$, $\cos \alpha$ et $\cotang \alpha$, avec 8 décimales de centimilligone en centimilligone, et, en outre, de microgone en microgone, avec 8 décimales pour les 25000 premiers, avec 7 décimales seulement pour les autres. La disposition des tables permet d'avoir immédiatement les fonctions circulaires dans tous les quadrants. — M. Lucien Lévy signale les surfaces moulures à noyau cylindrique de révolution comme pouvant, par un mouvement hélicoïdal, engendrer une famille de Lamé (systèmes triplement orthogonaux). — M. Béghin: Sur certaines singularités que peuvent présenter les fonctions monodromes qui admettent des espaces lacunaires. — M. d'Ocagne: Sur un mode de représentation graphique applicable à une classe étendue d'équations à quatre variables.

Séance du 1^{er} juillet 1891.

M. D. André expose une démonstration nouvelle du théorème suivant, autrefois donné par lui: Parmi les permutations de n nombres distincts, n étant égal ou supérieur à 4, le nombre de celles qui présentent un nombre pair de séquences est égal au nombre de celles qui en présentent un nombre impair. — M. Laisant signale plusieurs propriétés d'une transformation qui généralise celle figurant dans le problème de géométrie du concours d'admission à l'École Polytechnique de cette année. — M. d'Ocagne: Observations sur le même sujet. — M. Béghin: Sur une question d'arithmétique à laquelle donne lieu l'étude des points isolés d'une fonction à espace lacunaire.

M. D'OCAGNE.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 18 juin 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Oliver Heaviside présente une note sur les forces, les tensions et les écoulements d'énergie dans le champ électro-magnétique.

2^{de} SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. Hopkinson présente une note sur la densité des alliages de nickel et de fer; il a décrit antérieurement certaines curieuses propriétés des alliages de nickel et de fer qui contiennent respectivement 22 % et 25 % de nickel. Ces alliages peuvent exister sous deux états aux températures qui vont de 10 à 30° C. Après refroidissement, les alliages sont aimantables, ont une résistance électrique inférieure, une résistance au brisement plus élevée, une ductilité moindre; après échauffement, les alliages ne sont pas aimantables, ont une résistance électrique plus considérable, une moindre résistance au brisement et une plus grande ductilité. Ces nouvelles recherches ont montré à l'auteur que la densité de ces alliages est d'en-

viron $\frac{2}{10}$, moins considérable dans l'état aimantable que dans l'état non aimantable. Les expériences faites sur deux anneaux contenant respectivement 25 % et de 22 % de nickel, ont donné les résultats suivants : (Les densités sont données sans correction par rapport à la densité de l'eau, à la température où l'expérience a été faite) :

	NICKEL 25 %	NICKEL 22 %
Densité temp.	Densité temp.	

Après échauffement, non aimantable	8.15.15.1	8.43.16.5
Après refroidissement, aimantable.	7.99.14.5	7.96.15.6
Chauffé à nouveau, non aimantable.	8.15.18.0	8.12.18.2
Refroidi à nouveau, aimantable....	7.97.22.0	7.93.21.8

Les anneaux étaient chaque fois refroidis à une température variant de -100°C . à -110°C . par l'acide carbonique et l'éther dans le vide. — M. Frank Clowes présente un appareil destiné à éprouver la sensibilité des lampes de sûreté. Il consiste en une boîte de bois de forme cubique d'une capacité de 100 litres environ rendue imperméable au gaz par un enduit de paraffine; cette chambre d'essai est munie en haut d'un petit tube pour l'entrée des gaz et en bas d'un tube analogue pour leur sortie. Il y a à cette boîte une fenêtre garnie d'une glace par où l'on peut observer la lampe placée à l'intérieur; la paroi inférieure est percée d'une ouverture, munie d'un rebord, par laquelle on introduit la lampe. Cette ouverture peut être close par une fermeture à eau consistant en une petite auge de zinc, portée sur des supports et contenant environ 5 centimètres cubes d'eau où viennent plonger les rebords de l'ouverture. Les gaz contenus dans la chambre peuvent être mélangés au moyen d'une planche mince suspendue à l'intérieur et qu'on peut faire mouvoir avec une poignée placée sur le devant de la boîte. Pour faire une expérience on introduit du méthane dans le gazomètre. On verse dans la partie supérieure du gazomètre un volume d'eau égal au volume du méthane à déplacer, puis on le fait passer dans la partie inférieure pour qu'il chasse le gaz dans la chambre; la lampe est alors introduite dans la chambre et placée derrière la glace de telle sorte qu'on puisse observer l'aspect et les dimensions du chapeau qui se forme au-dessus de la flamme. M. Clowes n'a point encore publié les résultats complets de ses expériences; il faut noter cependant que parmi les nombreuses formes de lampes de sûreté essayées, la seule qui ait répondu à la double condition d'éclairer suffisamment et d'être sensible à la présence d'une petite quantité de gaz, est la lampe perfectionnée de Ashworth (système Hepplewhite-Gray). — M. W. Grylls Adams fait une communication sur la comparaison des perturbations magnétiques simultanées à plusieurs Observatoires et la détermination des fonctions de Gauss pour ces observatoires. La tempête magnétique spécialement discutée est celle qui a eu lieu les 24 et 25 juin 1885; elle a été enregistrée photographiquement dans 17 observatoires, onze en Europe, un au Canada, un aux Indes, un en Chine, un à Java, un à l'île Maurice et un à Melbourne. On a discuté et comparé ces documents et on a formé des tables des perturbations simultanées; on a pu faire voir ainsi que c'est environ au même moment que la perturbation s'est produite pour les différents observatoires. L'intensité de la perturbation et spécialement de la perturbation de la force magnétique horizontale est à peu près la même pour des stations très éloignées. — M. E. Schunck fait une quatrième communication sur la chimie de la chlorophylle. Cette note fait suite à celles que l'auteur a déjà présentées sur le même sujet. Après avoir décrit l'action des alcalis caustiques à l'état de fusion sur la phylloxanthine et les produits qui se forment au cours de cette action, M. Schunck passe à l'étude de la phylloxanthine, substance qui se forme en même temps que la phyllocyanine lorsqu'on fait réagir les acides sur la chlorophylle. Il décrit alors les changements que subit la chlorophylle sous l'action des alcalis et le produit principal qui se forme

alors, et auquel il donne le nom d'*alkachlorophylle*.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. Frédéric W. Mott fait une communication sur les résultats de l'hémisection de la moelle épinière chez les singes. 1^o Les mouvements associés réapparaissent après complète destruction de la pyramide entrecroisée au-dessous de la lésion; 2^o Toutes les impressions sensibles ne s'entrecroisent pas dans la moelle, les impressions tactiles, musculaires et de localisation dans l'espace, ne subissent pas de décausation; les impressions douloureuses passent des deux côtés à la fois. Un état particulier connu sous le nom de « *allochirie* » se produit après l'hémisection; 3^o Les troubles vaso-moteurs se produisent du côté de la lésion et ils consistent en une vaso-dilatation et une enlure du pied; la peau du pied rougit et s'échauffe, mais la température s'abaisse dans le creux poplité, ce qui est dû, sans doute, à la paralysie des muscles; 4^o Les dégénérescences au-dessus et au-dessous de la lésion sont limitées au côté lésé quand l'autre côté de la moelle a été complètement respecté. Certains faits liés aux dégénérescences servent à montrer l'origine et le trajet de certains faisceaux de fibres longs et courts; 5^o L'excitation de l'écorce cérébrale des deux côtés, quelques semaines ou quelques mois après l'hémisection de la moelle, donne des résultats qui montrent que l'obstacle au passage du courant nerveux créé dans la moelle par la lésion persiste toujours, malgré la réapparition des mouvements associés; 6^o Dans un cas, on a opéré l'ablation de la zone motrice de la jambe du côté où on avait pratiqué la lésion médullaire, plusieurs mois après la première opération. — M. W. G. Spencer fait une communication sur les changements provoqués dans la respiration et la circulation par l'excitation électrique du plancher du 4^e ventricule. L'objet de ses recherches était de relier plus étroitement les signes cliniques aux troubles médullaires en localisant dans le plancher du 4^e ventricule les centres qui agissent sur la circulation et la respiration. L'auteur a institué des expériences sur des chats, des chiens et des singes; il a pu déduire des résultats qu'elles lui ont donnés et de ceux des expériences antérieures les conclusions suivantes : 1^o *Inspiration*. La partie du plancher du 4^e ventricule dont l'excitation cause un accroissement dans la profondeur de l'inspiration est située le long de la ligne médiane sur une étendue de 2 millimètres de chaque côté. 2^o *Expiration*. La zone expiratrice s'étend dans les parties latérales du plancher du 4^e ventricule jusqu'à 2 ou trois millimètres de la ligne médiane. 3^o *Ralentissement du rythme respiratoire*. Cette région est située au-dessus de la continuation de la colonne postéro-médiane, à l'endroit où elle se sépare de la colonne du côté opposé, et dans la partie du plancher du ventricule qui touche au bord interne de la colonne. Le centre de cette petite zone est un point, situé entre 1 et 2 millimètres à partir du calamus et entre 2 et 3 millimètres à partir de la ligne médiane. La Société Royale s'ajourne jusqu'à la rentrée des vacances.

Richard A. GRÉGOIR.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 12 juin 1891.

M. Ayrton lit un mémoire fait en collaboration avec M. Sumpner sur « les analogies du courant alternatif et de la différence de potentiel dans les méthodes de mesure des puissances. Dans la dernière note lue à la Société en mars dernier, les auteurs observaient que dans toute méthode de mesure de puissance comprenant des lectures de volts et d'ampères, on pourrait imaginer d'autres méthodes dans lesquelles on lirait des ampères au lieu de volts, ou bien des volts au lieu d'ampères. Plus récemment, le Dr Heming a, par une transformation des formules données par les auteurs dans une communication à la Société Royale sur la mesure de la puissance par trois voltmètres, indiqué la méthode correspondante dans laquelle on emploie trois ampères

remètres. Les deux dispositions sont représentées dans les figures 1 et 2, tandis que la figure 3 représente une modification de la méthode du D^r Fleming, dans laquelle le courant dans la résistance sans induction r est mesuré à l'aide d'un voltmètre V placé entre ses deux bouts. Ceci évite d'avoir recours à un instrument électromagnétique contenant un circuit sans induction. Les formules pour les watts moyens dépensés dans le circuit ab avec les dispositions des figures 1 et 2, sont respectivement :

$$W = \frac{1}{2r} (V_3^2 - V_1^2 - V_2^2)$$

et

$$W = \frac{r}{2} (\Lambda_3^2 - \Lambda_1^2 - \Lambda_2^2)$$

La méthode de M. Blakesley pour mesurer la puissance par un dynamomètre à fente est analogue à la

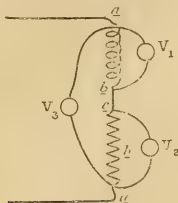


Fig. 1.

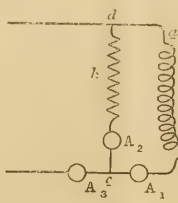


Fig. 2.

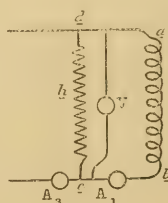


Fig. 3.

méthode primitive de l'électromètre, dans laquelle la différence de deux lectures est proportionnelle au pouvoir, et la méthode de l'électromètre double de Blondlot et Curie, analogue au wattmètre ordinaire. Le wattmètre est déficient, en ce qu'une bobine solénoïdale est introduite dans un circuit qui est censé dépourvu d'induction. L'erreur ainsi commise est, ainsi que l'un des auteurs l'a montré il y a quelques années, exprimée par la formule :

$$\frac{\text{Watts apparents}}{\text{Watts vrais}} = \frac{1 + \tan \theta \tan \varphi}{1 + \tan^2 \varphi}$$

où θ est l'angle qui mesure la différence de phase entre le courant et la force électromotrice dans le circuit où l'on mesure la puissance, et φ l'angle mesurant la phase du circuit qui est approximativement dépourvu d'induction. Il n'est pas prouvé que la même formule exprime l'erreur dans une des méthodes où l'on emploie des résistances qui ne sont pas complètement dépourvues d'induction. M. Blakesley a, comme on sait, appliqué son dynamomètre à fente à la mesure de la différence de phase entre deux courants; et une méthode analogue pour trouver la différence de phase entre deux différences de potentiel est décrite dans le mémoire. Dans cette méthode, on emploie un dynamomètre à fente à grande résistance, comme M. Remington l'a indiqué pour la mesure des puissances. L'électromètre de Blondlot et Curie pourrait également être employé au même but. De nombreux diagrammes, destinés à faire ressortir ces diverses analogies, accompagnent la note. — Le Professeur S.-P. Thompson demande si des voltmètres à échauffement des fils ne pourraient pas être employés à la mesure des différences de potentiel. M. Ayrton répond que, bien que la self-induction de ces instruments n'introduise pas d'erreur sensible, néanmoins le fait qu'ils exigent un courant considérable est un inconvénient, et comme ces courants ne sont pas toujours dans la même phase que dans les autres circuits, des corrections embarrassantes deviennent quelquefois nécessaires. Les instruments électrostatiques sont préférables. — M. O.

Lodge expose et décrit une horloge pour indiquer la direction du mouvement de la terre sur son orbite dans l'éther. Après avoir rappelé les différents mouvements auxquels est soumis un point de la surface de la terre, il montre que le mouvement sur l'orbite est le plus considérable, et sa direction, à chaque instant, n'est pas aisée à concevoir. Un appareil pour montrer cette direction est donc nécessaire pour résoudre les problèmes qui exigent la connaissance du mouvement d'un point à travers l'éther. Dans une des deux horloges, une tige représente l'axe des pôles de la terre, et une autre, l'axe de l'écliptique, est inclinée de $23^\circ \frac{1}{4}$ et accouplée par un joint de Hooke. Le dernier axe peut tourner autour du premier. À l'extrémité supérieure, l'axe de l'écliptique porte un tube et un index, tous deux perpendiculaires à l'axe et rectangulaires entre eux. L'horloge est réglée sur le temps solaire, et le tube étant dirigé vers le soleil, l'index marque alors la direction du mouvement de la terre sur son orbite. —

M. Lodge montre ensuite quelques expériences avec les bouteilles de Leyde. La première porte sur des bouteilles résonnantes; la décharge de l'une d'elles fait, pour ainsi dire, déborder une autre quand les longueurs des circuits des deux bouteilles sont convenablement réglées. La seconde bouteille était complètement séparée de la première et était influencée par les ondes électromagnétiques émanées du circuit où se fait la décharge. En allongeant ou raccourcissant l'un des circuits, on empêche ce débordement d'électricité. À ce sujet, M. Blakesley a rapproché de cette expérience une observation déjà ancienne de Priestley, qui a remarqué que quand des bouteilles différentes ont été chargées avec le même conducteur primitif, si l'une est déchargée, les autres se déchargent aussi quelquefois, quoiqu'elles ne soient pas complètement chargées. Le D^r Lodge attribue ce fait à une influence de la même nature que celle dont il a montré l'existence. Le mot « résonance », dit-il, a souvent été mal compris, en ce sens qu'on y attache toujours l'idée d'un son, et il croit préférable d'appliquer au phénomène actuel l'épithète de « symphonique » (*symp honing* or *symp honic*). — Une autre expérience prouve que les fils peuvent être amenés à vibrer pour répondre à une décharge de bouteilles, tout comme une corde vibre à l'unisson d'un diapason. Un fil fin tendu est mis en communication avec le bouton d'une bouteille, et un autre parallèle avec l'armature extérieure, et en changeant la longueur d'un circuit indépendant où l'on provoque une décharge, on voit paraître, à chaque décharge, une lueur le long des moitiés les plus éloignées des fils tendus; chacun des fils agit ainsi comme un tuyau d'orgue fermé, les extrémités éloignées formant les nœuds où la variation de pression est maximum. En employant des fils longs, on a observé une lueur sur des portions du fil situées entre des parties intermédiaires obscures, qui correspond au premier harmonique et en mesurant la distance de deux nœuds, l'auteur a déterminé la longueur d'onde des oscillations. La longueur ainsi mesurée ne coïncide pas très exactement avec la longueur calculée, et la différence paraît due à ce que le pouvoir inducteur spécifique du

verre n'est pas le même pour des pressions alternatives dont la fréquence n'est rapide qu'à l'état statique. Il montre ensuite que les impulsions électriques qui passent le long d'un fil peuvent être amenées, par une vibration, à réagir sur la bouteille à laquelle il est fixé et à produire ce débordement d'électricité, quand la distance de l'intérieur à l'extérieur est d'environ huit pouces. Durant cette expérience, il observe que le bruit de l'étincelle est considérablement réduit quand on augmente la longueur du circuit où se fait la décharge. Il décrit enfin quelques expériences sur les écrans qui arrêtent la radiation électromagnétique, expériences dans lesquelles le résonateur de Hertz était entouré de diverses matières. Il n'a pas trouvé trace d'opacité dans les isolants, mais l'enveloppe métallique la plus mince suffit pour constituer un écran absolu. Il montre une sorte de résonateur qu'il a appelé *œil électrique gradué* ou *harpe électrique*, qui a été construit par son assistant, M. Robinson, et dans lequel des interrupteurs à étincelles, à feuilles d'étain de différentes longueurs, sont fixés sur une plaque de verre; l'un ou l'autre de ces interrupteurs répond suivant la hauteur de la radiation électromagnétique qui tombe sur l'appareil. Ces expériences donnent lieu à une discussion à laquelle prennent part MM. Blakesley, Sumpner et Thompson. M. Ayrton demande à M. Lodge comment il explique l'opacité de l'ébonite pour les rayons lumineux. Est-elle due à une absorption sélective portant uniquement sur les rayons qui sont sensibles à l'œil, ou faut-il admettre l'explication ordinaire qui attribue à des impuretés conductrices contenues dans l'ébonite le pouvoir d'exercer l'action d'écran, suivant la propriété normale des conducteurs? Une autre explication possible serait que le mouvement des particules d'éther serait un mouvement à trois dimensions, et la lumière serait due à la projection de ce mouvement sur un plan perpendiculaire au rayon, tandis que l'induction électromagnétique pourrait être due à l'autre composante. Le Dr Lodge dit qu'il ne pense pas que l'ébonite soit opaque à cause de la présence de particules conductrices, et qu'il incline plutôt à penser qu'elle agit comme le verre dépoli, dans lequel l'opacité est due à des réflexions internes. Une telle substance ne serait opaque que pour des vibrations dont les longueurs d'onde seraient comparables aux dimensions des particules. — Une note « sur la construction de résistances dépourvues de self-induction », par MM. Ayrton et Mather, est déposée pour la prochaine séance.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 21 mai 1891.

MM. Henri Armstrong et E. Rossiter : 1° Dérivés bromés du β -naphthol. — 2° Action de l'acide nitrique sur les dérivés du naphthol, considérés comme indiquant le mode suivant lequel s'effectue la nitration des composés aromatiques en général. Formation des composés nitro-cétoniques. — 3° Nouvelle méthode de préparation des composés nitrés; emploi du peroxyde d'azote comme agent de nitration. — M. R. Warrington : *Nitrification*. Dans la première partie de ce travail, l'auteur décrit un organisme qu'il est parvenu à isoler par des cultures en solutions ammoniacales et qui oxyde l'ammoniaque en ne produisant que des nitrates sans traces de nitrates. L'organisme nitréux qui se présente sous forme de corpuscules circulaires ayant environ $1\text{ }\mu$, de diamètre, peut vivre en l'absence de toute matière organique. Il jouit vraisemblablement de la propriété de s'assimiler le carbone des carbonates acides. La seconde partie a trait au ferment nitréux. L'auteur prouve que cet organisme ne produit ni nitrates, ni nitrates dans les solutions ammoniacales. En l'absence de l'ammoniaque, il transforme énergiquement les nitrates en nitrates. La nitrification observée dans le sol doit donc être attribuée à deux organismes différents. Le premier transforme l'ammoniaque en nitrite, le second les ni-

trates en nitrates. Le premier, ou ferment nitréux, a pu être isolé par des cultures dans des solutions de carbonate d'ammoniaque; le second pourrait probablement être isolé par des cultures dans une solution de nitrite de potassium contenant du carbonate de sodium.

Séance du 4 juin 1891.

M. H. Gladstone : *Réfraction et dispersion de diverses substances en dissolution*. L'auteur continue la publication des résultats numériques de ses recherches. — M. S.-V. Pickering : *La nature de la dissolution étudiée par l'étude des densités, chaleur de dissolution et point de congélation des solutions de chlorure de calcium*. M. Pickering conclut à l'existence des hydrates à 6, 7 et 8 H₂O et d'autres plus complexes. — M. S.-V. Pickering : *Note sur une récente critique de M. Sydney Lupton sur les conclusions tirées d'une étude sur les solutions d'acide sulfurique*. — MM. Stanley Kipping et E. MacKenzie : *L'azodiméthyl-azodiacétyl-pimélate d'éthyle et ses produits de décomposition*. — M. W. Pullinger : *Composés volatils du platine*. L'auteur reprend l'étude des composés du platine avec le chlore et l'oxyde de carbone obtenus par Schutzenberger. Il a préparé également les corps Pt Cl⁶C²O² et Pt Br²Co.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 27 juin 1891.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. J.-M. Van Bemmelen rend compte des recherches de M. Schreinemakers (exécutées au laboratoire de chimie inorganique de l'Université de Leyde) sur la manière de se comporter du sel double de KI et PbI₂ en présence de l'eau. Déjà, en 1881, M. Ditte a déterminé la composition des dissolutions pour lesquelles ce sel double peut exister sans décomposition ultérieure à des températures entre 15° et 80° C. M. Schreinemakers a étendu ses recherches jusqu'à une température de 230°. En examinant les divers équilibres obtenus quand le nombre des molécules de (KI)² surpassait celui des molécules de PbI₂ et inversement, il trouvait que la règle des « phases » de M. Gibbs, — appliquée pour la première fois par M. Bakhuis Roozeboom à la détermination de l'action « l'eau sur des corps tels que le chlore, le brome, l'acide sulfureux, le chlorure de calcium, l'asthrakanite, etc., — subsiste encore dans le cas d'un système hétérogène composé des trois substances KI, PbI₂ et l'eau. Dès que quatre phases se présentent (KI solide, le sel double solide, la solution et la vapeur d'eau, ou bien PbI₂ solide, le sel double solide, la solution et la vapeur d'eau), l'équilibre est déterminé et la solution a une composition constante à chaque température, indépendante de l'excès de (KI)² ou de PbI₂. Quand, au contraire, une des deux phases solides fait défaut, la composition de la solution dépend de l'excès de (KI)² ou de PbI₂. Les expériences démontrent que la variation de la solubilité des deux composants du sel double avec la température suit un cours différent, selon que (KI)² ou PbI₂ se présentent à l'état solide. Il en résulte un intervalle de température dans lequel le sel double doit se dissoudre dans l'eau. C'est ce qui arrive, en effet, entre 145° et 203°. A des températures plus basses, le sel double se dissout en déposant une certaine quantité de PbI₂; à des températures plus élevées, il se dissout en déposant une certaine quantité de KI. Ces quantités varient avec la température. Les résultats de M. Schreinemakers peuvent être représentés graphiquement à l'aide d'une surface composée de trois feuilles, dont les points indiquent à chaque température la composition de la solution pour tous les cas possibles d'équilibre entre trois phases, lorsque soit KI, soit PbI₂, soit le sel double forment la phase solide. La troisième feuille est coupée par les deux autres suivant des courbes qui représentent les équilibres entre quatre phases. Et dans cette troisième feuille se trouve la courbe de solubilité du sel double

sans décomposition entre les températures de 145° et de 205°. — M. H. W. Bakhuis Roozeboom s'occupe de la composition des eaux de la mer du Nord dans le voisinage de la côte néerlandaise, près de Schéveningue, d'après des observations faites pendant l'été de 1890. L'auteur a constaté de nouveaux les variations importantes et rapides qu'éprouve la densité sous l'influence des eaux douces introduites par le « Rotterdamse waterweg » (chemin maritime de Rotterdam). Le minimum de densité observé était 1,0103, le maximum 1,0244 (15° C). La variation la plus rapide était de 1,0220 à 1,0103 en 80 minutes. On nota aussi la présence de l'ammoniaque; dans la plupart des cas, aucune trace n'en fut trouvée. La plus petite partie en contenait de 0,4 à 0,4 milligrammes par litre. Les matières organiques en dissolution furent déterminées au moyen d'une solution de caméléon. Les quantités nécessaires variaient de 0,2 à 0,7 milligrammes de $KMnO_4$ par litre. Une accumulation d'impuretés fut constatée plusieurs fois sur la ligne de démarcation des eaux de petite densité avec les eaux plus lourdes. Dans un cas, on trouva 8 milligrammes de AzH_3 et il fallut 146 milligrammes de $KMnO_4$ par litre. La quantité des matières solides en suspension fut trouvée aussi fort variable. Elle a varié entre $\frac{1}{4}$ et 245 milligrammes par litre. La composition est celle des argiles de mer, des côtes du Zuiderzee, aux endroits favorables au dépôt des parties argileuses. Des quantités au-dessus de 30 milligrammes par litre ne furent obtenues que par les vents très forts, surtout les forts brisants.

2° SCIENCES NATURELLES. — M. W. F. R. Suringar fait une troisième communication sur les Melocactés des Indes occidentales. Il décrit une espèce nouvelle de l'île de Porto-Rico et développe, à l'aide d'une carte, la géographie botanique générale du genre entier et la statistique des différentes espèces. — M. C. A. Pekel-haring rend compte du rôle des sels de chaux dans la coagulation du sang. Sans doute, les sels de chaux jouent un rôle dans la formation de fibrine. Cela est prouvé par la présence de chaux dans les cendres de fibrine (MM. Brücke, Freund, Lalschenberger), par la provocation de la coagulation à l'aide de $CaCl_2$ ou de $CaSO_4$ (MM. Green, Hammarsten, Ringer et Sainsbury), et surtout par le fait que la coagulation tarde à se faire si les sels de chaux sont ajoutés sous forme insoluble (MM. Arthur et Pagès). Cherchons à préciser un peu le rôle joué par les sels de chaux. En saturant le plasma du sang (maintenu à l'état liquide à l'aide de sulfate de magnésium ou d'oxalate de potassium) avec $NaCl$ ou plutôt avec $MgSO_4$, on précipite avec le sérum-globuline une autre substance, qui, mise en contact avec $CaCl_2$ ou $CaSO_4$, va présenter toutes les propriétés du ferment de fibrine tiré du « washed blood clot ». Comme ce ferment, elle diffère du ferment tiré du sérum par sa précipitation partielle par dialyse et sa précipitation totale par $MgSO_4$. Le ferment de fibrine est un composé de chaux. Il reste efficace après avoir ajouté un excès d'oxalate d'ammonium. Il transporte de la chaux sur fibrinogène. Si l'on divise une solution pure de fibrinogène en deux parties égales et que, suivant Hammarsten, on fait coaguler l'une d'elles en la chauffant à 60° C et l'autre au moyen de ferment tiré du sérum ou préparé par la digestion de la plasma-globuline avec des sels de chaux, les cendres de la première moitié sont exemptes de chaux, tandis que celles de la seconde en contiennent. Ainsi probablement le ferment de fibrine se forme par l'union de l'albumine, dégagé pendant la destruction des cellules, avec les sels de chaux dissous dans le sang. La peptone, qui est riche en chaux, ne supprime pas la faculté de coagulation du sang de chien et ne diminue pas la pression. Si le sang a été privé de la faculté de coaguler à l'aide de peptone pauvre en chaux, l'injection d'une

solution de $CaCl_2$ de 1 0/0 fait renaitre cette faculté. Une solution pure de fibrinogène en contact avec la peptone ne se coagule pas après addition de plasma-globuline et de $CaCl_2$ ou de $CaSO_4$, mais bien après addition de plasma-globuline digérée d'avance avec un sel de chaux. Le « fibrinogène textile » de M. Woolridge, tiré de thymus de veau, ne fait coaguler le fibrinogène qu'après l'addition d'un sel de chaux.

SCHOUTE,
Membre de l'Académie.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 11 juin 1891.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Emil Waelsh : « Sur la construction des groupes polaires » (2^e communication), et « Sur les formes du cinquième ordre sur les cubiques gauches ».

2° SCIENCES PHYSIQUES. — MM. St. von Kostanecki et E. Schmidt : « Sur la gentisine » (2^e communication).

3° SCIENCES NATURELLES. — M. Moriz Fasching : « Sur un nouveau bacille capsule (*Bac. capsulatus mucosus*). — M. Steindachner : « Sur quelques reptiles et amphibiens nouveaux et rares. » L'auteur décrit, entre autres, une série d'amphibiens et de reptiles recueillis par le lieutenant de vaisseau von Höhnelt lors de l'expédition africaine du comte Samuel Tleki, et signale comme nouvelles les espèces suivantes : 1° *Chamaeleon Höhnelti*, trouvé à Leikippia. 2° *Chamaeleon leikippensis* (même origine). 3° *Chamaeleon tavetanus*, trouvé à Taveta. 4° *Megalocaulis pantherinus*, trouvé à Leikippia. 5° *Simetis Meyerinkii*, à l'Archipel Lulu. 6° *Ctenoblepharis Stolzmanni*, dans le Haut-Pérou. 7° *Zonosaurus Boettgeri*, à Nossi-Bé. 8° *Chalcides Simonyi*, aux îles Canaries. 9° *Chalcides viridanus*. 10° *Tarentola mauritanica*. 11° *Molge Luschani*. — M. Claus, « Travaux de l'Institut zoologique de l'Université de Vienne et de la station zoologique de Trieste » 2 cahiers. Dans ces cahiers se trouve la description d'une nouvelle polidie, *Goniopelte gracilis*, pêchée en 1890 dans l'expédition du vaisseau « Iola ». — M. Maximilien Sternberg, 1° « La suspension, la fatigue et le relâchement des réflexes nerveux dans la moelle épinière ». D'un grand nombre d'observations provenant de divers auteurs il résulte que chez l'homme sain et malade les réflexes nerveux présentent les phénomènes de suspension, de fatigue et de relâchement. L'auteur a institué des recherches expérimentales sur les animaux pour se rendre compte des causes et des conditions de ces phénomènes. Il résulte de ces recherches que la manière dont se comporte le réflexe nerveux de la moelle dépend d'un mécanisme compliqué dont le fonctionnement est analogue à celui des autres centres nerveux. 2° « Sur les relations du réflexe nerveux et de la tension musculaire. » Comme dans beaucoup de maladies nerveuses l'état de contraction et l'exagération du réflexe nerveux sont étroitement liés, on a souvent admis qu'entre la tension du muscle et le réflexe nerveux existait un rapport de causalité. Lombard trouva d'autre part, dans ses recherches sur des hommes sains, que le degré de tension du muscle quadriceps de la jambe n'allait pas parallèlement à l'intensité du réflexe patellaire. A l'occasion des recherches communiquées dans le premier travail, l'auteur a fait des observations sur ce sujet. Il a reconnu que les phénomènes de relâchement (exagération du réflexe) et de fatigue (diminution du réflexe) sont complètement indépendants de la tension du muscle et que l'un et l'autre phénomènes peuvent se produire, que la tension du muscle quadriceps se trouve augmentée ou non.

Emile WEYR,
Membre de l'Académie.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LE LABORATOIRE DE MÉCANIQUE DU CONSERVATOIRE DES ARTS ET MÉTIERS

*En publiant la lettre suivante, la Revue entend s'associer sans réserve aux vœux qui y sont exprimés et qu'a déjà émis ici même l'un des représentants les plus éminents de la Mécanique appliquée, le Professeur V. Dwelshauvers-Dery¹. La création d'un **Laboratoire national de mécanique**, affecté à l'étude expérimentale des machines et aux essais industriels, s'impose actuellement aux pouvoirs publics. La Revue croit servir les intérêts de la Science et ceux de la grande Industrie française en appelant sur la haute utilité de cette création toute l'attention de ses lecteurs.*

MON CHER DIRECTEUR,

Vous avez publié récemment dans la *Revue* un article d'un grand intérêt sur les *Laboratoires de Mécanique*, article dû à la plume exercée d'un savant autorisé, M. Dwelshauvers-Dery, l'élève, l'ami et le continuateur de l'illustre et regretté G. A. Hirn. Certains passages de cet article ont soulevé une vive émotion dans le monde de la mécanique; on a été surpris d'apprendre qu'en matière de mécanique expérimentale, notre pays se soit laissé distancer; on s'est surtout étonné et presque indigné de constater que le laboratoire de mécanique du Conservatoire des Arts et Métiers ait disparu, ce laboratoire célèbre, qui conservait la tradition des Vaucanson et des Poncelet, qui avait été illustré par les travaux des Morin et des Tresca, qui était visité avec tant d'assiduité par la population laborieuse et intelligente de Paris, qui avait acquis auprès des savants de tous les pays une si légitime et si éclatante renommée. On m'a interrogé sur cette étrange disparition; j'ai réuni quelques documents, et je vous demande la permission de les analyser brièvement.

1

La salle des machines en mouvement du Conservatoire des Arts et Métiers a été installée, de 1852 à 1854, par les soins du général Morin et de H. Tresca. Cette salle a été le premier laboratoire de mécanique qui ait été organisé sur des bases un peu larges, en vue des intérêts généraux et du progrès des sciences. Les auteurs de cette fondation se proposaient un double but :

1^o Comme travaux de laboratoire, expérimenter les machines de l'industrie, les étudier au point de vue de la théorie et de la pratique; déterminer les chiffres et coefficients dont les mécaniciens ont à faire usage; constater officiellement les résultats des combinaisons nouvelles imaginées par les inventeurs;

2^o Comme enseignement, mettre sous les yeux du public des machines fonctionnant et travaillant; c'était alors un spectacle tout nouveau, aussi instructif qu'attrayant, et qui n'a pas cessé d'attirer des visiteurs empressés et attentifs, aussi longtemps que le laboratoire a subsisté.

La salle des machines était constituée par une grande nef de 43 mètres de longueur sur 16 mètres de largeur. Elle était divisée en deux parties principales, affectées, l'une aux appareils hydrauliques.

¹ Voir la *Revue* du 15 juin 1891, t. II, page 361.

l'autre aux appareils à vapeur; elle contenait, en outre, des transmissions fort développées, et un grand nombre de machines-outils et d'instruments de mesure et d'expérience.

La partie hydraulique comportait une longue série de canaux, auxquels on avait donné une section rectangulaire pour faciliter les jaugeages; ces canaux étaient répartis en deux étages, constituant deux biefs; sur la chute ainsi produite, d'une hauteur moyenne d'environ 3 m. 50, étaient disposées les machines hydrauliques, motrices et élévatoires des types les plus variés; en outre, quatre vastes réservoirs en tôle, superposés les uns aux autres, étaient établis dans la tour de l'église; ils permettaient d'utiliser des chutes allant jusqu'à 12 mètres; les dispositions étaient prises pour que l'on pût facilement élever quatre nouveaux réservoirs, étagés au-dessus des premiers, et portant la chute à 24 mètres. Les canaux et réservoirs communiquaient entre eux à l'aide de robinets et de vannages, permettant des jaugeages faciles et exacts.

Les jours de visite publique, toutes ces machines étaient en action : les machines élévatoires servaient à remonter l'eau du bief inférieur au bief supérieur. Les machines motrices recevaient la puissance motrice de la même eau, tombant en sens inverse d'un bief à l'autre, et transmettaient cette puissance aux machines élévatoires; la même eau pouvait servir indéfiniment; mais ce circuit entraînait nécessairement un déchet de puissance, lequel était comblé par les machines à vapeur.

En outre de quelques locomobiles, le laboratoire disposait de deux chaudières et de deux machines fixes, avec bacs de jaugeage et accessoires pour la mesure des rendements; ces machines actionnaient une transmission principale, courant dans toute la longueur de la salle, et une série de transmissions secondaires, servant à mettre en mouvement une collection fort complète de machines outils et de machines diverses.

Lorsque cette salle était ouverte au public, la foule y accourait, curieuse et avide de s'instruire; des légendes fort habilement rédigées étaient affichées auprès des appareils et en expliquaient le jeu et la construction. Cet enseignement par la vue, alors tout nouveau, a eu le plus grand et le plus légitime succès.

Des recherches scientifiques d'une extrême importance ont été exécutées dans ce beau laboratoire; j'en citerai seulement quelques-unes :

Détermination d'un grand nombre de coefficients qui sont d'un usage courant dans l'industrie; étude des frottements; vérification d'instruments d'expérience, tels que dynamomètres (ceux du gé-

néral Morin, notamment, qui ont rendu de si grands services), indicateurs, enregistreurs divers, anémomètres, moulinet de jaugeage, etc.; essais extrêmement nombreux de matériaux à la traction, à la flexion, à la torsion, à la compression; expériences sur un grand nombre de machines hydrauliques, notamment sur les pompes centrifuges à leur première apparition; essais des machines à gaz, en particulier de la première machine de Lenoir, des machines à air chaud d'Ericson, de Laubereau, etc.; recherches sur l'équivalent mécanique de la chaleur, sur l'eau à l'état de surchauffe, sur les appareils de chauffage et de ventilation; on pourrait encore étendre considérablement cette nomenclature, mais il n'est pas permis de la clore sans mentionner les magnifiques expériences de Tresca sur l'écoulement des corps solides et le rabotage des métaux.

Tous ces travaux sont aujourd'hui classiques; les résultats qu'ils ont fournis sont d'un usage journalier, et les aide-mémoire de mécanique sont remplis des coefficients qui en proviennent.

Pendant plus de trente années, le laboratoire de mécanique du Conservatoire ne cessa de poursuivre ses laborieuses et utiles expériences, de fournir aux industriels les chiffres précis dont ils ont constamment besoin, de contrôler expérimentalement les conceptions des inventeurs, d'enrichir la science de données indispensables, de diriger la mécanique dans les voies de l'exactitude et de la précision, qui sont les facteurs solides de sa puissance à l'époque actuelle.

Les nations étrangères ont cherché à leur tour à imiter cet exemple. Des laboratoires puissants et admirablement outillés se sont peu à peu organisés dans tous les pays industriels. M. Dwelshauvers-Dery donne sur ce point des détails circonstanciés; mais il constate avec amertume que la France, qui avait donné l'exemple, s'est arrêtée dans la voie qu'elle avait ouverte; il n'existe plus en France de grand laboratoire public de mécanique : le laboratoire de Morin et Tresca a cessé d'exister.

Comment est survenue cette étrange et douloureuse aventure?

Le bâtiment dans lequel était installé la salle des machines en mouvement était l'ancienne église de l'abbaye de Saint-Martin-des-Champs. Ce monument, classé comme historique, est remarquable par ses belles proportions et l'élégance de son ordonnance gothique : c'est un bijou d'architecture. A la longue, l'humidité entretenue dans l'atmosphère du vaisseau par les canaux et appareils hydrauliques et par les vapeurs échappées des chaudières avait fini par salpêtrer les murs; les vibrations dues aux transmissions et machines en mouvement avaient ébranlé les maçonneries; on

s'aperçut que le bâtiment menaçait ruine; il fallut d'urgence prendre un parti pour le sauver. On se décida à retirer de la nef l'eau et les appareils hydrauliques; on enleva les moteurs et les transmissions; l'exposition périodique des machines en mouvement fut supprimée; les travaux de recherches furent suspendus; et l'on se mit en mesure d'assainir et de consolider les murs compromis.

Cette décision fut prise en 1885; elle était grave, mais on l'avait acceptée, d'abord comme nécessaire, et surtout comme provisoire. En effet, il était absolument entendu que l'on élèverait rapidement, dans le jardin du Conservatoire, une halle, plus vaste que l'ancienne, mieux appropriée à son objet, qu'on y emménagerait le matériel retiré de l'église, en remplaçant les machines démodées par des machines neuves, en y ajoutant les outils et organes nécessaires; on devait, en un mot, élever de toutes pièces un nouveau laboratoire, qui fût à la hauteur de tous les progrès modernes.

En attendant, et toujours à titre provisoire, on continua à faire, dans d'étroits locaux dispersés dans tous les coins du Conservatoire, quelques-uns des essais réclamés chaque jour par l'industrie, autant que le permettaient le matériel et les emplacements restreints dont on disposait. Les services ainsi rendus étaient sans doute fort sérieux et justement estimés. Mais on attendait avec impatience le moment où le nouveau laboratoire permettrait de reprendre la série interrompue des études de mécanique.

II

Aujourd'hui plus que jamais la mécanique a besoin de recherches expérimentales, de données exactes et certaines. Dans le domaine de cette science, l'analyse mathématique a été poussée fort loin, trop loin peut-être, car la vérification expérimentale fait défaut sur plus d'un point, de sorte que les théories restent souvent en l'air, sans point d'appui solide. Une équation ne contient que ce qu'on y a mis : si elle part d'une hypothèse, le résultat reste douteux, quel que puisse être le talent du calculateur; il faut que l'expérience suive et qu'elle vérifie ou démente. Il n'en est pas toujours ainsi, et la littérature de la mécanique est encombrée de développements analytiques stériles, presque suspects, qui attendent et attendront longtemps la vérification expérimentale.

Citons un exemple bien connu : il s'agit de la machine à vapeur. Les traités un peu anciens, et même beaucoup de manuels modernes, donnent pour le calcul des machines à vapeur un procédé simple et facile, qui a longtemps été accepté, et qui revient à traiter la vapeur d'eau agissant sur un piston comme un gaz permanent à température

constante; l'hypothèse est fautive et les résultats sont grossièrement inexacts. La théorie mécanique de la chaleur prend naissance; sans hésiter on se lance sur la nouvelle piste; les calculs s'ajoutent aux calculs; les équations s'amoncellent; en fin de compte une théorie complète et compliquée s'établit, fondée sur cette hypothèse que les parois du cylindre n'ont aucune action sur la vapeur qu'elles renferment. A son tour, Hirn prend la question en main; savant et praticien à la fois, il sait où peuvent mener les hypothèses; décidé à ne procéder qu'à coup sûr, il prend le parti de soumettre les théories en vogue au contrôle expérimental. Les expériences qu'il fit sur les machines à vapeur sont demeurées célèbres; on les a reprises, répétées et variées dans tous les pays d'Europe et d'Amérique, excepté, il est triste de le constater, sur ce territoire de la France où elles avaient été faites, et où il n'existe plus de laboratoire permettant de les reproduire. Le résultat de ces expériences fut absolument décisif : toutes les théories qui avaient été proposées sont fausses; tout les calculs *a priori* manquent de base; ces longs développements analytiques sont frappés de stérilité; il n'y a pas de *théorie générale* des machines à vapeur, car, dans l'état de nos connaissances, nous n'avons pas les données suffisantes pour calculer l'influence des parois du cylindre.

En somme, Hirn a mis à nu notre ignorance. Le résultat est humilant, mais il est fécond : ces expériences ont abattu les théories orgueilleuses et décevantes. Il s'agirait actuellement de continuer l'œuvre de Hirn et d'édifier sur le terrain qu'il a déblayé. Mais, pour reprendre avec fruit ces études, il faudrait disposer de l'outillage indispensable, et cet outillage fait défaut.

Lors du Congrès international de Mécanique appliquée, tenu à Paris, à l'occasion de l'Exposition de 1889, en présence des mécaniciens venus de tous les pays du monde, un ingénieur du plus haut mérite, M. Cornut, définissait comme il suit l'utilité des laboratoires de mécanique :

« Il se passe, pour l'enseignement de la mécanique appliquée, un fait excessivement curieux : c'est le seul enseignement où il semble que l'on n'ait jamais besoin d'apprendre la pratique de ce que l'on doit faire. En physique, en chimie, en histoire naturelle, en médecine — et en médecine, heureusement pour nous — il y a des écoles d'application; il y a des recherches faites par les personnes qui veulent travailler ces différentes sciences; il y a la manipulation des appareils. En mécanique appliquée, c'est très simple : il n'y a rien du tout, ou à peu près. Faut-il croire qu'il n'y a pas de recherches à faire au point de vue de la mécanique appliquée? Cela ne serait pas soutenable. Je pré-

tends même que les différentes études qu'un laboratoire d'essais de mécanique aurait à sa disposition seraient tellement considérables, qu'il faudrait de nombreuses années pour arriver à en épuiser le champ.

« La question des laboratoires est de premier ordre : si nous voulons que la mécanique appliquée continue la marche ascendante, dans laquelle elle s'est engagée, grâce au génie de tous les mécaniciens, qui ont fait plus, pour faire progresser cette science, que toutes les théories qu'on a émises, il faut créer des laboratoires. »

Et, à la suite d'une discussion au cours de laquelle le regret fut plus d'une fois exprimé que le laboratoire de Morin et Tresca eût disparu, le Congrès émit le vœu suivant :

« Il y a lieu d'encourager, par tous les moyens possibles, la création et l'extension des laboratoires d'essais de matériaux et de machines, aussi bien dans les grandes écoles du Gouvernement, dans les grandes administrations départementales ou privées que dans les établissements d'utilité publique, tels, par exemple, que le Conservatoire des Arts et Métiers. »

III

Ceci se passait en 1889. Or c'est en 1885 que s'est opéré le déménagement de l'église, et que le matériel a été remisé, en attendant que le nouveau laboratoire, ce laboratoire escompté, promis, fût enfin ouvert aux recherches et permit de continuer les travaux qui avaient mis la France à la tête des sciences mécaniques.

Aujourd'hui, en 1891, ce laboratoire existe... sur le papier; il a reçu la sanction complète et absolue de toutes les autorités administratives, techniques, consultatives et autres qui peuvent avoir voix au chapitre; il existe (toujours sur le papier) dans son ensemble, dans ses organes, dans ses détails. Mais, depuis six longues années, il reste toujours à l'état de projet. Que manque-t-il donc pour qu'il devienne enfin une réalité? Il manque l'argent! Il n'en faut pas beaucoup, mais enfin, si peu que ce soit, les crédits nécessaires ne sont pas encore votés!

Est-ce à dire qu'il y ait eu des oppositions, des négligences, des mauvais vouloirs? En aucune façon! Tout le monde est d'accord; tout le monde reconnaît que la disparition, même momentanée, du laboratoire est pernicieuse pour les mécaniciens, déplorable pour le pays, que l'argent consacré à son rétablissement ne saurait être mieux employé. L'éminent directeur du Conservatoire, le colonel Laussedat, cet homme de devoir et de dévouement, que tout le monde connaît et apprécie, a pris à cœur la question et a mis toute son ardeur à la ré-

soudre; il a multiplié les rapports, les démarches, les rappels; les administrations l'ont secondé avec zèle et activité; les ministres qui se sont succédé (ils sont, hélas! nombreux) sont venus les uns après les autres au Conservatoire et se sont rendu compte par eux-mêmes de l'urgence de la solution; les Commissions du budget, avec un empressement des plus méritoires, ont voulu également examiner la chose sur place; les députés, les sénateurs les plus influents se sont déclarés chauds partisans de l'œuvre projetée et l'ont soutenue de tout leur pouvoir; enfin le Président de la République lui-même, malgré la réserve qui lui est imposée par ses hautes fonctions, a tenu à apporter dans une visite personnelle la preuve de sa sympathie.

Un sort malin a déjoué tous ces puissants efforts, toutes ces bonnes volontés, si cordiales et si unanimes; le vote des crédits a été ajourné d'année en année par les mésaventures législatives les plus bizarres et les plus inattendues. Une fois les fonds étaient demandés sous forme de crédits extraordinaires; et il se trouva justement que, cette même année, les Chambres se décidèrent à supprimer toutes les dépenses extraordinaires. Une autre fois, les propositions présentées sont reconnues irréprochables dans la forme (du fond il ne saurait être question, tout le monde étant unanime); elles sont votées par la Chambre des députés, et portées sans désenrayer au Sénat; mais le dépôt sur le bureau du Sénat a lieu quelques minutes après que le décret de dissolution a été lu à la Chambre; refus de voter, très légitime d'ailleurs; nouvel ajournement! Il y aurait matière à bien des réflexions sur ces mésaventures, qui prèteraient à rire si elles n'étaient si douloureuses pour l'amour-propre de notre pays!

Quoi qu'il en soit, le laboratoire attend encore. Et pendant ce temps les nations rivales s'outillent et s'organisent. Sans revenir sur les détails donnés par M. Dwelshauvers-Dery, je citerai seulement le laboratoire de Sibley College, lequel dépend de la Cornell University, à Ithaca, état de New-York : ce sont des pays peu connus de beaucoup de Parisiens. Là l'étude expérimentale de la mécanique a pris des développements dont on n'a aucune idée chez nous; on y trouve : un laboratoire de mécanique générale, un laboratoire d'hydraulique, d'autres laboratoires pour l'étude des chaux et ciments, pour celle des constructions métalliques, de l'électricité, etc.; la mécanique appliquée à son laboratoire spécial, installé dans une vaste salle et muni d'un grand nombre de turbines hydrauliques, de machines à vapeur, de machines à essayer les métaux et les lubrifiants, de machines à gaz et à air chaud, et des appareils de mesure les plus nouveaux et les plus précis; des centaines de

jeunes gens instruits, même des ingénieurs déjà formés y travaillent constamment sous la direction des professeurs; ils disposent, pour leurs recherches, d'une puissance motrice qui s'élève à 600 chevaux-vapeur.

Et, pendant ce temps, nos mécaniciens français ne voient toujours rien venir! Espérons que leur attente ne sera plus de longue durée, et que nous

ne tarderons pas à voir le bel outil créé par Morin et Tresca et qui, entre leurs mains a donné de si magnifiques résultats, renaître enfin de ses cendres, plus beau, plus neuf, et qu'il rendra à la mécanique moderne les mêmes services que son illustre devancier.

Un mécanicien.

LES DÉCOUVERTES RÉCENTES SUR LA PHYSIOLOGIE DU PANCRÉAS

Le pancréas est une grosse glande située dans la cavité abdominale; la tête est enclavée dans le duodénum, à droite, et la queue s'étend jusqu'à la rate, à gauche. Le liquide sécrété par cette glande, ou suc pancréatique, se déverse dans le duodénum par deux canaux: un principal, le canal de Wirsung, et un accessoire.

L'action de ce liquide s'exerce sur les substances alimentaires qui arrivent dans le duodénum après avoir été déjà modifiées pour partie par la salive et par le suc gastrique; c'est une action énergique, due à trois ferments solubles, élaborés par les cellules pancréatiques et qui constituent les principes essentiels du suc glandulaire. L'un de ces ferments agit sur les matières amylacées pour les transformer en glycose (ferment analogue à la diastase salivaire), l'autre sur les matières albuminoïdes pour les peptoniser (c'est la trypsine), et le troisième sur les graisses pour les saponifier. L'importance de cette digestion pancréatique est très grande. On peut priver un animal de son estomac sans qu'il cesse de digérer à merveille; si on lie les canaux pancréatiques sur un autre animal, il faut donner à celui-ci des quantités considérables d'aliments pour qu'il ne maigrisse pas; encore ne digère-t-il surtout que les matières albuminoïdes.

Tous ces faits avaient été solidement établis par les recherches de Valentin, de Corvisart et par les nombreux travaux de Claude Bernard, confirmés, développés aussi et complétés sur certains points par différents expérimentateurs. Et ainsi le pancréas était considéré comme une glande des plus importantes pour les fonctions digestives, la plus importante même, son rôle étant de beaucoup supérieur à celui de l'estomac, plus étendu et vraiment essentiel.

Des recherches récentes sont venues montrer que le pancréas possède encore une autre fonction. Le fait fondamental, dont on doit la première notion à von Mering et Minkowski¹, est celui-ci: *quand*

le pancréas a été complètement enlevé à un chien, cet animal devient diabétique.

La question se pose dès lors de savoir quel est le rôle joué par cet organe dans les transformations que subissent dans l'organisme les matières sucrées.

I

L'existence d'une relation causale entre le diabète et des lésions destructives du pancréas avait déjà été soupçonnée ou hypothétiquement admise par plusieurs médecins. Dès le siècle dernier, en 1788, un médecin anglais, Cawley, fit connaître dans le *London medical Journal* l'histoire d'un diabétique, à l'autopsie duquel on trouva les canaux du pancréas remplis de calculs. Richard Bright, en 1833, publia une observation analogue de diabète à marche rapide; on vit à l'autopsie que la tête du pancréas était adhérente aux organes voisins; toute la glande était dure et cartilagineuse. On peut citer d'autres observations isolées: celles de Claude Bernard, au nombre de trois, d'ailleurs très sommairement rapportées²; le cas de Griesinger, en 1859; ceux de Frerichs (1862); les deux cas (1864) de von Recklinghausen; celui de Klebs et Munk (1870); quelques autres encore³.

Mais ces faits restaient à l'état de particularités sans valeur. Ce n'est pas, à dire vrai, que quelques esprits n'aient été frappés de la possibilité d'un rapport nécessaire entre le diabète et ces lésions signalées du pancréas. Ainsi, Bouchardat, en 1846 déjà, alors qu'il venait d'étudier avec Sandras l'action du suc pancréatique sur les matières amyla-

¹ *Lerons de physiol. expér.* t. I. 1855, p. 425; t. II, 1856, p. 296.

² On trouve la relation suffisamment détaillée de tous ces faits dans l'excellente thèse d'un élève de Lancereaux, Lapierre: *Sur le diabète maigre dans un rapport avec les altérations du pancréas* (Thèse, Paris, 1879). On peut consulter aussi: *Etude critique sur quelques travaux récents concernant l'anatomie pathologique du diabète* (Gaz. hebdom. de méd. et chir., 1881); E. Demango: *Diabète* (in Dictionn. encyclop. des sc. méd.); E. Boudard: *Des différents types de diabète sucré* (Thèse, Paris, 1890).

³ *Soc. de méd. de Strasbourg*, 1889. — *Archiv. f. exper. Pathol. und Pharmak.*, 17 janvier 1890, p. 371.

cées, et que son attention était attirée sur l'importance de la fonction digestive de cette glande, vivement intéressé, d'autre part, par les quelques cas connus à cette époque de diabète avec lésion du pancréas, écrivait : « Je conjure les praticiens qui verront des malades atteints de diabète de ne point perdre de vue le pancréas, qui joue le rôle principal dans la digestion des féculents ¹. » En 1875, dans la première édition de son traité : *De la Glycosurie ou du diabète sucré* ², il renouvelait cet appel, persistant à penser que les troubles de la fonction pancréatique pourraient expliquer la pathogénie du diabète. Telle paraissait être aussi l'opinion de Seegen ³ et surtout celle de Lécorché ⁴. Par contre, Griesinger estimait les faits insuffisants pour que l'on pût établir une relation de cause à effet entre les lésions constatées et le diabète. Frerichs émettait la même opinion. En France, Jaccoud ⁵ déclarait que l'atrophie du pancréas pouvait constituer simplement une lésion contingente du diabète, de même que les altérations du foie et des reins.

En définitive, il est manifeste que dans cette longue période qui s'étend de 1788 à 1877 il n'apparaît aucune donnée certaine sur cette question des rapports entre le pancréas et le diabète. On peut désigner cette période sous le nom de *phase hypothétique*.

La deuxième période, beaucoup plus courte, va de 1877 à 1889; c'est la *phase de l'observation clinique ou période de discussion*. C'est à Lancereaux que revient le grand mérite d'avoir nettement distingué la forme pancréatique du diabète. Son premier travail sur ce sujet date du 13 novembre 1877 ⁶; en 1879, son élève Lapierre soutient sur le même sujet une thèse importante citée ci-dessus; il reprend lui-même la question dans une série de leçons cliniques publiées en 1880 par l'*Union médicale*; il communique de nouveaux faits à l'Académie de médecine en 1888 et traite encore la question dans des leçons cliniques en 1889-1890 ⁷.

Tout l'effort de Lancereaux a consisté à établir solidement l'existence d'un diabète « à allures cliniques spéciales », que caractérisent la brusquerie du début, la gravité des symptômes (amaigrissement rapide et excessif, intensité de la faim et de la soif, énorme quantité de sucre s'élevant à 300, 400, 500 et 800 grammes par 24 heures, etc.)

et la rapidité de l'évolution ¹. Dans tous les cas où cette forme clinique s'observe, on trouve des lésions du pancréas à l'autopsie, le plus généralement l'atrophie, quel que soit le processus spécial qui ait amené cette atrophie. De là, le nom de *diabète maigre* donné par Lancereaux à cette affection, pour rappeler l'état cachectique si particulier que présentent les malades, ou *diabète pancréatique*; de là aussi sa conception générale des trois formes du diabète : le gras ou constitutionnel (c'est la forme la plus fréquente, celle qui est depuis si longtemps connue), le maigre ou pancréatique, et le nerveux (par lésions du bulbe, de la protubérance, etc.).

Malgré la valeur des faits groupés par Lancereaux et des considérations que ces faits lui inspirèrent et malgré le talent avec lequel ce clinicien sagace défendit ses idées, son opinion ne laissa pas d'être vivement discutée ².

A dire le vrai, quelques difficultés se présentaient d'elles-mêmes. Les plus graves étaient celles-ci : 1^o il existait des cas d'altérations graves du pancréas sans diabète ; 2^o on voit chez certains malades des symptômes de diabète dit pancréatique sans lésions du pancréas. Cyr, dans l'étude que j'ai citée plus haut, se place sur ce terrain pour combattre les idées de Lancereaux ; il rappelle qu'Ancelet ³ déjà était parvenu à réunir 385 cas d'affections du pancréas avec autopsie et qu'il avait mentionné la coïncidence du diabète avec des lésions de cet organe, mais qu'il avait eu soin d'ajouter qu'il n'était pas possible pour le moment de démontrer une action réelle du pancréas sur la production du diabète. Dans cette critique de Lancereaux Cyr, fut suivi par Salles ⁴, Madre ⁵, Caron ⁶ qui tous rapportèrent de nombreux cas de cancer du pancréas dans lesquels on n'avait jamais trouvé de sucre

¹ « C'est une maladie grave, dit Lancereaux (*Bulletin médical*, 1890), survenant tout à coup au milieu d'une santé parfaite en apparence, et qui a une évolution rapide et fatale. Elle est caractérisée par une glycosurie et une polyurie très intenses, un amaigrissement subit, un abattement remarquable des forces intellectuelles, morales et génitales, enfin par des désordres graves de la nutrition, tels que chute des dents et des cheveux, et une terminaison presque constamment mortelle. Cette maladie, qui peut évoluer en six mois, ne dure jamais plus de deux ou trois ans; les patients succombent ordinairement emportés par la tuberculose pulmonaire, par le coma diabétique. A cette évolution spéciale correspond une lésion anatomique particulière : le diabète maigre reconnaît en effet pour cause la destruction du pancréas. »

² Il est juste de dire qu'elle trouva aussi quelques chauds partisans, parmi lesquels on peut citer particulièrement Baumes (de Montpellier) qui admit même qu'il n'y a pas de diabète sans altération du pancréas (*Montpellier médical*, 1881, 1883, 1886).

³ *Etudes sur les maladies du pancréas*, Paris, Savy, 1886.

⁴ Thèse, Paris, 1880.

⁵ *Ibid.*, 1883.

⁶ *Ibid.*, 1889.

¹ Nouveau mémoire sur la glycosurie ou diabète sucré, in *Supplément à l'Annuaire de thérapeutique*, 1846, p. 209.

² Paris, 1875, p. 108.

³ *Der Diabetes mellitus*, Berlin, 1875.

⁴ *Traité du Diabète*, Paris, 1877.

⁵ Article *Diabète* du *Dict. de méd. et chir. prat.* 1869.

⁶ *Bull. Acad. de méd.*

⁷ *Union médicale et Bulletin médical*, 1890.

dans les urines ni constaté un seul symptôme du diabète.

Sans doute Lancereaux discutait les objections, se demandant si l'altération du pancréas, dans les observations qu'on lui opposait, avait été complète; faisant remarquer, d'autre part, que l'atrophie du pancréas peut fort bien ne pas être la seule lésion susceptible de déterminer les symptômes du diabète maigre.

La cause néanmoins était loin d'être définitivement entendue pour tous les médecins; et c'est un fait que la question restait controversée. Je n'en donnerai qu'une preuve, tirée de la grande Encyclopédie médicale qui se publiait à cette époque sous la direction de Dechambre: dans son excellent article *Diabète*¹ si consciencieusement informé, E. Demange dit au sujet des différentes formes du diabète: « Ces formes ne correspondent point à des types bien distincts. Il est vrai que chez tel diabétique ce sont les accidents nerveux qui dominent et paraissent jouer un rôle important dans la production du diabète, que chez tel autre on note surtout des antécédents héréditaires personnels qui le rattachent à la grande diathèse arthritique si bien étudiée par Bazin; que chez celui-ci ce sont les troubles digestifs qui semblent tenir la première place, tandis que chez celui-là ce sont des troubles hépatiques; que tel diabétique a été gras avant ou pendant son diabète, que tel autre a été maigre. Mais sont-ce là des différences suffisantes pour établir des variétés de diabète? nous ne le pensons pas. C'est toujours la même entité morbide, le diabète sucré, avec quelque modalité symptomatique spéciale, motivant des formes, si l'on veut, caractérisées par la prédominance de tel ou tel symptôme; souvent ce ne sont que des coïncidences morbides, plus souvent encore des phases successives de la même maladie (p. 383). » Il est donc bien permis d'appeler cette deuxième période la *phase de discussion*.

En 1889, la question entre dans une troisième période: c'est la *phase physiologique* ou de *démonstration*. Quels qu'aient été l'intérêt et la valeur des données nouvelles apportées sur la question par Lancereaux, il n'est pas contestable qu'il subsistait de vives oppositions à ses idées. Maintenant toutes les difficultés vont être levées par les recherches physiologiques; il suffira pour cela de quelques expériences clairement conçues et bien conduites.

II

Quelle est l'expérience cruciale de von Mering et Minkowski? Pour qu'il y ait diabète chez un chien auquel on enlève le pancréas, il faut que cette

extirpation soit *totale*; s'il reste un petit morceau de glande, le sucre ne passe pas dans les urines, et, à part les troubles digestifs, qui tiennent à ce que le suc pancréatique n'arrive plus dans l'intestin, l'animal n'est pas malade.

Dès lors tout devient clair. On a trouvé, disait-on, des altérations du pancréas sans qu'il y ait eu diabète; rien d'étonnant, si la glande n'avait pas été complètement détruite par le processus morbide.

De même s'expliquent aisément les insuccès des physiologistes qui avant von Mering et Minkowski, avaient essayé d'enlever le pancréas. Ces essais sont assez nombreux. En 1682-1685, Conrad Brunner pratiqua sur des chiens l'ablation du pancréas; il ne put réussir qu'à en extirper une partie. En 1846, Bouchardat et Sandras recommencèrent cette opération; tous leurs animaux périrent. Claude Bernard, considérant, après des essais infructueux, l'opération comme impossible², tenta des injections de matières grasses (huile, suif, etc.) dans la glande par le canal de Wirsung, dans l'espoir de détruire ainsi le pancréas: il n'obtint par ce moyen que des troubles digestifs; l'examen des urines ne fut d'ailleurs pas pratiqué. Schiff (1872) répéta cette opération, en se servant de paraffine; ses animaux n'ont présenté aucun trouble. Quant aux tentatives de Bérard et Colin (1858), de Klebs et Munk (1869), de Finkler (1886), de Senn (1888), de Martinotti (1888), elles n'ont pas donné de résultats, soit que leurs auteurs n'aient pas enlevé toute la glande, soit que l'examen des urines n'ait pas été fait.

Les premiers donc, von Mering et Minkowski sont parvenus à enlever sur le chien *tout* le pancréas. Le résultat de l'opération est constant. La glycosurie commence d'ordinaire 4 à 6 heures après l'opération et atteint son maximum au bout de 36 heures. La quantité de glycose éliminée varie entre 3 à 11 pour 100³. Tous les symptômes du diabète se montrent en même temps: les animaux deviennent d'une voracité extraordinaire; ils ont une soif intense; la polyurie est très marquée; un chien de 7 kilog. urinait de 1000 à 1200 c. c. par jour. L'amaigrissement, malgré la suralimentation, est très rapide; et bientôt l'affaiblissement devient tel que les animaux ne peuvent plus marcher; les poils tombent, les plaies ne peuvent se cicatriser; la mort arrive dans le marasme en un mois ou deux³.

¹ *Lec. de physiol. expér.*, t. II, 1856.

² Von Mering et Minkowski se sont assurés que le sucre contenu dans les urines est bien de la glycose.

³ C'est ce qui se produit du moins quand il ne survient pas de complications opératoires. Mais la plupart des chiens de von Mering et Minkowski sont morts dans le courant de la première semaine de quelque complication (nécrose intestinale et péritonite, affection pulmonaire, etc.)

¹ *Dict. encyclop. des sc. méd.*, 1883.

Comme phénomènes secondaires, il faut signaler l'absence à peu près complète de glycogène dans le foie et les muscles, la présence d'acétone, d'acide acétylacétique et d'acide oxybutyrique dans les urines. On sait qu'on a trouvé ces divers corps dans l'urine des diabétiques.

L'autopsie montre, à côté des complications, telles que certaines lésions pulmonaires, une dégénérescence graisseuse du foie.

Mais il fallait démontrer que tout cet ensemble de symptômes est bien dû à la suppression de la glande.

Il est certain d'abord que ce diabète ne tient pas à ce que le suc pancréatique n'arrive plus dans l'intestin. La ligature des canaux excréteurs n'amène qu'une atrophie progressive de la glande, sans glycosurie, comme l'avaient déjà vu Claude Bernard, Pawlow, Arnozan et Vaillard.

La grosse objection à écarter provenait de la production inévitable, dans une telle opération, de lésions nerveuses susceptibles de déterminer la glycosurie : il est impossible, en effet, quand on enlève le pancréas, de ne pas sectionner et irriter un grand nombre de filets sympathiques dont l'excitation peut agir sur le plexus solaire. Or, les physiologistes savent bien que certaines de ces lésions amènent la glycosurie : pour le plexus solaire, le fait est acquis (Klebs et Munk, Lustig, etc.)

Assurément, dans ce fait il n'y a rien d'absolument comparable au complexe de phénomènes si caractéristiques, résultant de l'ablation du pancréas. Néanmoins von Mering et Minkowski s'attachèrent à démontrer par des expériences directes que les lésions nerveuses, nécessairement produites au cours de l'opération, ne sont pour rien dans le diabète. En effet, celui-ci ne s'observe pas, même si l'on sépare complètement le pancréas du duodénum, en ne le laissant qu'en rapport avec le mésentère, opération qui ne peut être réalisée sans déchirer ou lier, bref, sans irriter des filets sympathiques. Du reste, l'ablation presque totale du pancréas, respectant seulement une petite portion de l'organe, au voisinage de la rate, par exemple, opération qui implique les mêmes traumatismes nerveux que l'ablation complète, n'est pas suivie de diabète. Si l'on vient alors, au bout d'un temps plus ou moins long, à enlever cette portion restante du pancréas, le diabète se produit. Hédon (de Montpellier) a donné une remarquable confirmation de ces expériences¹. J'ajoute que l'extirpation totale du pancréas se pratique sans que l'on touche directement au plexus solaire.

Les résultats obtenus par von Mering et Min-

kowski ont été confirmés² par Lépine³ et surtout par Hédon (de Montpellier), dans deux mémoires fort intéressants⁴, où il fit connaître un procédé d'ablation du pancréas relativement facile, et enfin par moi-même⁵ qui décrivis un procédé simple, non plus d'ablation, mais de destruction du pancréas, au moyen d'une injection, dans le canal de Wirsung, de gélatine ou de suif colorés.

Cet artifice permet de voir si toute la glande s'injecte. J'ai pu par suite reconnaître que très souvent il reste des parties de l'organe qui ne s'injectent pas du premier coup. Ainsi s'explique l'insuccès des anciennes expériences de Claude Bernard relatives à l'injection de matières étrangères dans le canal pancréatique (voy. ci-dessus) : une partie de la glande échappait évidemment à la destruction, sans qu'il fût possible à l'expérimentateur de s'en apercevoir, de telle sorte qu'au bout d'un temps variable les animaux se rétablissaient. L'expérience que j'ai réalisée ne laisse pas d'offrir un réel intérêt historique, puisqu'elle montre combien près, en définitive, Claude Bernard a été de découvrir l'importante fonction du pancréas qu'il était réservé à von Mering et Minkowsky de trouver.

III

Depuis le premier travail de ces deux auteurs, quelques faits nouveaux ont été mis en lumière.

Minkowski⁶ a réussi à produire un diabète correspondant, d'après lui, à la forme légère de cette maladie chez l'homme, en enlevant à un chien les neuf dixièmes du pancréas; l'animal n'avait pas de glycosurie aussi longtemps qu'il ne recevait comme nourriture que de la viande. Au contraire, un régime composé d'hydrates de carbone déterminait une glycosurie abondante.

Hédon a distingué une autre forme de diabète. Sur quelques chiens il a observé, non plus le diabète à marche rapide, dans lequel l'élimination du sucre et de l'azote est excessive et qui amène la mort au bout de 15 à 30 jours, mais un diabète à marche lente, dans lequel la glycosurie est intermittente⁷, où elle manque même souvent pendant

¹ Les expériences contradictoires de Dominiciis (*Gior. intern. della sc. med.*, 1889) et de Reali et de Renzi (*Congrès méd. intern. de Berlin*, 1890), sont passibles de critiques sérieuses.

² *Lyon médical*, décembre 1889.

³ *Loc. cit.*, 1^{er} janvier et 1^{er} mai 1891.

⁴ *Comptes rendus. Acad. des Sc.*, 6 avril 1891 et *Soc. de Biol.*, 17 avril.

⁵ *Berliner Klin. Wochenschrift*, 1890.

⁶ Les quelques faits de glycosurie intermittente que Hédon a observés, l'ont conduit à supposer qu'il existe peut-être d'autres organes susceptibles de suppléer le pancréas, dans certaines conditions du moins. Telle quelle, cette notion est contraire à l'expérience si intéressante, réalisée pour la première fois par von Mering et Minkowski, et que Hédon lui-même a répétée avec un semblable résultat, par laquelle on voit que tout le sucre, ajouté à la nourriture d'un animal privé de son pancréas, passe dans les urines.

un long temps, mais où il y a toujours une élimination considérable d'azote; les autres symptômes du diabète existent aussi, mais l'azoturie est dans ce cas le symptôme prédominant; l'animal ne succombe à la cachexie qu'au bout de plusieurs mois. Hédon rapproche ces faits du diabète azoturique ou insipide observé chez l'homme. J'ai signalé de mon côté, en même temps que Hédon, cette dénutrition profonde, indépendante de la glycosurie, que l'on peut observer chez quelques animaux.

Il se produit donc, à la suite de la suppression du pancréas, un trouble remarquable de la nutrition essentiellement caractérisé par un défaut dans l'utilisation des matériaux azotés. Déjà von Mering et Minkowski avaient indiqué ce fait important. Hédon, qui a jusqu'à présent le plus complètement étudié cette question, trouve que presque tout l'azote des aliments passe dans les *excreta*, une très faible partie étant utilisée.

Il faut remarquer que ces résultats s'observent particulièrement chez les chiens dont une partie seulement du pancréas a été extirpée et l'autre détruite par une injection de substance étrangère (expériences de Hédon) et chez lesquels la glycosurie est faible et intermittente.

Au contraire chez ces animaux les matériaux sucrés paraissent être encore en partie utilisés. Si en effet on mélange à leurs aliments une certaine quantité de sucre, on constate que le sucre éliminé par les urines représente seulement une partie du sucre ingéré (pas même la moitié).

En ce qui concerne les matières amylacées, j'ai déjà dit que l'ingestion de ces substances augmente la glycosurie ou la produit chez les animaux qui n'en présentaient pas.

Les choses ne se passent pas tout à fait de la même façon chez les chiens dont la glycosurie est intense, immédiatement après l'extirpation du pancréas. Ces animaux n'utilisent guère mieux les matériaux azotés, et pas davantage les féculents; mais lorsqu'on leur fait ingérer du sucre, ce sucre passe complètement dans les urines. Ainsi un chien de 6 kil. et demi, observé par Hédon, qui éliminait par jour en moyenne 19 grammes de sucre, si on lui donnait dans sa nourriture 15 grammes de sucre de raisin chimiquement pur, éliminait le lendemain 34 gr. 5 de sucre. Von Mering et Minkowski, Hédon ont cité un certain nombre de faits analogues.

A la vérité, quelques-uns de ces résultats peuvent être critiqués pour la raison suivante. Les expériences de Claude Bernard, de Pawlow, ont bien montré que la ligation des canaux pancréatiques suffit pour amener des troubles nutritifs et l'amaigrissement. Ces phénomènes tiennent au rôle digestif important du pancréas, que l'on rap-

pelait au début de cet article. Dès que la glande ne peut plus remplir ses fonctions digestives, la nutrition générale est atteinte.

Par suite, chez les animaux qui, comme on vient de le dire, paraissent encore utiliser une partie du sucre qu'on leur fait ingérer, il importerait, pour être bien assuré de la réalité de ce phénomène, de rechercher si la partie du sucre qui ne passe pas dans les urines (et que l'on considère comme retenu dans l'organisme) n'a pas simplement traversé le tube intestinal et ne se retrouve pas dans les fèces.

De même, on pourra admettre définitivement que le défaut d'utilisation des matériaux azotés ne dépend pas du tout de la suppression du pancréas en tant que glande servant à la digestion, quand on aura soumis les expériences faites jusqu'à présent sur ce point à la contre épreuve, c'est-à-dire quand on les aura répétées sur des animaux chez lesquels l'arrivée du suc pancréatique dans l'intestin aura été complètement empêchée, et d'une façon durable. Je poursuis depuis quelque temps des expériences de ce genre. Ces recherches semblent d'autant plus nécessaires que déjà Abelman, dans des expériences¹ faites sous la direction de Minkowski, a montré que les animaux sur lesquels on pratique seulement l'extirpation *incomplète* du pancréas, ne résorbent les albuminoïdes en moyenne que dans la proportion de 34 pour 100.

Néanmoins, dès maintenant plusieurs résultats peuvent être considérés comme acquis. Quelques expériences de Hédon paraissent bien prouver la réalité d'une certaine dénutrition azotée, celles par exemple qui montrent qu'un chien soumis au jeûne, après la destruction du pancréas par une injection de paraffine, subit une diminution de poids et une perte d'urée par jour beaucoup plus considérables qu'un chien témoin. — D'autre part, la glycosurie d'origine alimentaire doit être tenue pour démontrée, et par suite l'utilisation très défectueuse, sinon absolument nulle, des matériaux sucrés.

IV

On a vu que cette question des rapports entre les fonctions du pancréas et le diabète a traversé trois grandes phases. Dans la première on suppose qu'il existe une relation entre cette maladie et des altérations du pancréas. Dans la deuxième on apporte un assez grand nombre de faits à l'appui de cette opinion; mais ce sont des faits cliniques, susceptibles d'interprétations contradictoires. Dans la troisième l'expérimentation physiologique montre qu'il y a une relation certaine et constante entre la suppression du pancréas et le diabète. C'est la

¹ Ueber die Ausnutzung der Nahrungsstoffe nach Pancreas extirpation, Dorpat, 1890.

phase vraiment scientifique de la question. A partir de ce moment commence la période des explications.

Car, s'il est démontré que l'extirpation totale du pancréas amène le diabète, quelle est la cause de ce fait? quelle est la fonction du pancréas dont la suppression donne lieu à un trouble aussi grave?

Depuis les travaux de Claude Bernard, les transformations des substances sucrées dans l'organisme semblaient bien connues: les matières amy lacées ingérées sont transformées dans l'intestin en glycose, sous l'action surtout de la diastase contenue dans le suc pancréatique; cette glycose est absorbée et apportée au foie par la veine porte; là elle est déshydratée (par une action restée inconnue) et se transforme en un isomère de l'amidon, le glycogène (amidon animal); ce glycogène constitue une réserve importante aux dépens de laquelle la cellule hépatique fabrique constamment, suivant les besoins de l'organisme, de la glycose (sous l'influence d'un ferment [Cl. Bernard] qui n'a jamais pu être isolé et dont l'existence par suite reste douteuse [Dastre]); ce sucre, déversé dans le sang par les veines sous-hépatiques, est brûlé dans les tissus (Chauveau). Quelques modifications de détail ont été apportées à cette théorie, additions ou restrictions, mais les faits généraux sont restés debout.

Par suite on pouvait sans peine s'expliquer le diabète. Pour ne pas parler de la forme légère, tenant à ce que le foie ne peut fixer le sucre des aliments (absorbé en trop grand excès, par exemple) et le laisse passer dans le sang, il était possible de comprendre la maladie soit comme dépendant d'une suractivité fonctionnelle du foie (amenée elle-même par une cause quelconque, cause nerveuse par exemple), de laquelle résulte une production exagérée de glycogène et de sucre, soit comme tenant à un défaut d'utilisation du sucre par les tissus (théorie développée surtout dans ces dernières années par Ch. Bouchard).

La découverte de von Mering et Minkowski, rapprochée des faits cliniques si bien étudiés par Lancereaux, est venue montrer d'une façon irréfragable qu'il existe un diabète d'origine pancréatique. Assurément rien ne prouve, aujourd'hui comme hier, qu'il ne puisse y avoir diabète à la suite d'une production exagérée de sucre aux dépens du glycogène du foie (sous l'influence, par exemple, de troubles vaso-moteurs hépatiques, dépendant eux-mêmes de lésions nerveuses diverses). Mais comment s'explique le diabète pancréatique?

¹ Il est inutile de présenter ici les explications des médecins et physiologistes, comme Bouchardat (1816), Popper (1868), Pink et G. Heidenhain (1871), qui ont admis autrefois un diabète pancréatique; ces explications ont perdu leur valeur depuis les expériences de von Mering et Minkowski.

Von Mering et Minkowski ont, sur ce point, fait preuve d'une grande prudence, fort louable en somme. Ils ont en effet conclu simplement de leurs expériences que le pancréas possède une *fonction spécifique inconnue* qui consiste à régler les échanges nutritifs et la combustion du sucre. Hédon n'a pas du tout abordé la question de ce mécanisme fonctionnel. Mais une série déjà longue d'expériences intéressantes a été faite sur ce sujet par Lépine (de Lyon) qui les poursuit encore avec persévérance¹.

Le fait pris par Lépine pour point de départ de ses recherches a été déjà très nettement signalé par Claude Bernard et constaté aussi après celui-ci par plusieurs autres physiologistes; c'était même une notion classique; mais Lépine en a entrepris une étude systématique qui l'a conduit aux résultats qu'il s'agit maintenant d'exposer.

Ce fait est le suivant: le sang normal, abondamment à lui-même à sa sortie d'un vaisseau, perd en un laps de temps donné une certaine quantité du sucre qu'il contient. C'est ce phénomène que Lépine a étudié de très près, avec la collaboration de Barral, sur le chien normal et sur le chien diabétique. Il a d'abord constaté que cette perte de sucre, en une heure, pour le sang artériel de chien, à la température de 39°, varie entre 20 et 40 % de la teneur initiale. Or, chez le chien rendu diabétique par l'ablation du pancréas, la quantité de sucre détruit n'est plus que de 6 %.

Il en est de même chez l'homme. Chez l'homme sain, le pouvoir glycolytique (cette destruction du sucre dans le sang étant appelée glycolyse) est de 25 % environ ou un peu plus; chez l'homme diabétique il peut tomber à 1,6 % et oscille entre ce chiffre et celui de 7 %, c'est-à-dire qu'en une heure il ne se détruit dans du sang de diabétique que 1,6 % du sucre que contient ce sang.

Ce sont ces observations très neuves et fort intéressantes qui ont dirigé toutes les recherches de Lépine et Barral. D'après eux en effet, le sang tiendrait du pancréas ce pouvoir glycolytique. Chez le chien en digestion, la lymphe du canal thoracique et surtout le sang de la veine porte (qui reçoit le sang des veines pancréatiques) possèdent un pouvoir glycolytique bien supérieur à celui du sang artériel ou veineux en général. Lépine suppose dès lors que les cellules pancréatiques produisent un ferment soluble qui passe dans le sang veineux et auquel il a donné le nom de *ferment glycolytique*.

Voici comment il prouve l'existence de ce ferment: si l'on transfuse du sang frais, le dépôt formé par les globules possède un pouvoir glycoly-

¹ *Comptes rendus Acad. des sc.*, 1890, 1891; *Revue scientifique*, 28 février 1891; *Arch. de méd. expér.*, 1^{er} mars 1891.

tique considérable, tandis que le sérum n'est pour ainsi dire pas doué de cette propriété. Si l'on remplace le sérum par de l'eau salée, celle-ci prend ce pouvoir aux globules : « On peut ainsi laver plusieurs fois de suite les globules avec de l'eau salée et leur enlever chaque fois une bonne partie du ferment qu'ils renferment. » C'est particulièrement dans les globules blancs que se trouve fixé le ferment, car il existe dans le chyle et dans les parties du sang transfusé qui sont les plus riches en globules blancs. — Le ferment atteint son maximum d'activité à 39°; une température de 55° le détruit; à cette température on ne constate pas de perte de sucre dans le sang par rapport à la quantité initiale.

L'application de toutes ces données au diabète d'origine pancréatique suivait immédiatement et nécessairement, très simple d'ailleurs. Le pancréas produit normalement un ferment grâce auquel le sucre se détruit dans le sang d'une façon régulière et constante; si cet organe est enlevé expérimentalement ou détruit par un processus pathologique quelconque, le ferment glycolytique disparaît par cela même ou diminue, et la destruction du sucre se fait d'une manière incomplète, d'où la glycosurie et tous les symptômes du diabète.

Cependant Lépine, ayant reconnu que le sang, après l'ablation du pancréas, possède encore un certain pouvoir glycolytique, admet que le pancréas peut n'être pas la source exclusive du ferment. Hédon, à cause des faits de glycosurie intermittente qu'il a observés, est porté aussi à croire que, dans certaines conditions expérimentales (suppression graduelle de la fonction), le pancréas peut être suppléé par d'autres organes. — D'autre part, Lépine, tout en considérant le diabète comme lié à la diminution du ferment glycolytique, c'est-à-dire au défaut de destruction du sucre, reconnaît que dans certains cas, il peut y avoir et il y a en outre production exagérée de sucre.

Quelque séduisante que soit la théorie de Lépine en raison de la simplicité même et de la clarté des faits expérimentaux sur lesquels elle a été fondée, il semble qu'on puisse émettre quelques réserves. D'abord le ferment glycolytique n'a pas été isolé du pancréas lui-même. Les objections qu'on a fait valoir à maintes reprises contre l'existence de la diastase hépatique, un peu trop facilement admise par Claude Bernard, doivent valoir aussi dans le cas présent. D'autre part, on admet que sur l'animal vivant le sucre se détruit, non pas dans le sang, mais dans les tissus (Chauveau), pour servir par sa combustion au travail physiologique.

Ce sont là des raisons d'ordre général sur les-

quelles, malgré leur valeur, l'expérience l'emporterait, si l'expérience parlait contre elles. Il est certain que l'importance des deux faits principaux découverts par Lépine et Barral est grande : la diminution du pouvoir glycolytique chez les animaux diabétiques et la grandeur de ce pouvoir dans le sang de la veine-porte. Mais le sang de la veine-porte reçoit beaucoup d'autres produits que ceux qui peuvent provenir du pancréas; l'expérience n'acquiescerait, ce semble, toute sa signification que si d'abord un ferment produisant la destruction du sucre avait été isolé du tissu pancréatique lui-même. D'autre part, la diminution de la glycolyse chez les diabétiques n'apparaissant pas comme nécessairement liée à un trouble fonctionnel du pancréas, la glycolyse elle-même pouvait varier sous un grand nombre d'influences.

Tout récemment d'ailleurs cette question même de la glycolyse s'est compliquée à la suite des expériences d'Arthus, faites dans le laboratoire du professeur Dastre. Arthus¹ s'est attaché à montrer que la glycolyse est un phénomène cadavérique, de même nature que la coagulation du sang; que le ferment glycolytique ne préexiste pas dans le sang circulant; qu'il se forme en dehors des vaisseaux, aux dépens des globules blancs; que, du reste, la destruction du sucre n'est diminuée qu'en apparence chez les diabétiques, la quantité absolue du sucre ayant augmenté. — Lépine et Barral ont, il est vrai, répondu à Arthus.

V

Nous nous retrouvons maintenant presque au point où nous étions après l'exposé des faits. La fonction nouvelle du pancréas ne nous est pas encore, ce semble, complètement révélée.

Assurément — et ceci a été déjà dit à plusieurs reprises au cours de cette étude — ce n'est pas en tant que glande digestive que le pancréas agit sur les matières sucrées. Il faut bien admettre alors qu'il se comporte comme une de ces glandes, dites vasculaires sanguines, et qu'il vaudrait mieux appeler avec Brown-Séquard « glandes à sécrétion interne », qui, hier encore, apparaissaient comme la *terra incognita* de la physiologie. Et il faut considérer ces glandes comme versant dans le sang, leurs veines servant de canaux excréteurs, des produits, ferments solubles ou autres principes, dont l'importance est grande pour la nutrition générale. De fait, j'ai pu démontrer que la ligature de toutes les veines pancréatiques, opération extrêmement laborieuse, mais que je suis parvenu à réussir un petit nombre de fois, détermine chez le chien la glycosurie. Il est donc nécessaire que la circulation veineuse du pancréas ne soit pas com-

¹ LÉPINE, *Revue scientifique*, 28 février 1891, p. 273.

¹ *Comptes-rendus Soc. de Biol.*, 1891, et *Arch. de physiol.*, 1^{er} juillet 1891.

plètement supprimée pour que l'organe puisse agir sur les matières sucrées de l'économie.

Ainsi, à titre de glande vasculaire sanguine, le pancréas prend place à côté du foie, du corps thyroïde, des capsules surrénales, etc. Jusqu'à Claude Bernard on a considéré le foie comme la glande biliaire; la découverte de la fonction glycogénique, de la formation, aux dépens de la matière glycogène, de la glycose que les veines sus-hépatiques déversent ensuite dans le sang, a donné au foie une importance nouvelle. Presque à la même époque Brown-Séquard (1851) montrait que l'extirpation des capsules surrénales détermine de graves accidents et la mort. Plus tard (1884) on reconnut que le corps thyroïde, organe glandulaire dont on ignorait entièrement la fonction, en possède une des plus importantes, puisque son ablation totale amène la mort, au milieu des troubles

nerveux les plus graves. Voici maintenant que le pancréas nous apparaît comme doué sur les échanges nutritifs d'un pouvoir spécial et considérable.

A la vérité, exception faite pour la fonction glycogénique du foie, toutes ces questions viennent seulement de traverser la *phase de démonstration*. Les faits qui prouvent la réalité de fonctions nouvelles appartenant à ces divers organes sont acquis. Mais quelle est la nature de ces fonctions? Notre ignorance est encore très grande à ce sujet, du moins pour les capsules surrénales, le corps thyroïde, en partie aussi pour la rate. En ce qui concerne la fonction nouvelle du pancréas, on est aujourd'hui, comme on vient de le voir, entré résolument dans la *phase des explications*.

D^r E. Gley,

Professeur agrégé de Physiologie
à la Faculté de Médecine de Paris.

REVUE ANNUELLE DE CHIMIE PURE¹

La médecine exceptée, il n'y a pas d'exagération professionnelle à dire que la chimie est la science qui met au jour le plus de travaux, celle qui s'imprime le plus.

Cependant il n'est pas aisé de trouver chaque année un choix de questions finies ou même d'ébauches intéressantes à présenter aux lecteurs étrangers à la spécialité et ne suivant, avec raison, que les idées générales.

Malgré un labeur expérimental et théorique vraiment imposant, le petit nombre des résultats obtenus paraît tenir à l'absolue liberté du choix des sujets scientifiques. La liberté d'ailleurs est pour les bons esprits la source des découvertes et une condition de progrès. La restriction de cette liberté est heureusement une utopie. Mais la science accepte volontiers l'autorité de l'idée, et il serait désirable de voir de temps à autre proposer des sujets de recherches par des congrès autorisés. Les travailleurs, n'ayant pu se faire encore une pensée originale, trouveraient là un guide meilleur que le hasard et arriveraient, par un effort rendu convergent, à des résultats d'une utilité immédiate.

Tel qu'il va cependant, le monde chimique transforme peu à peu ses théories et découvre des faits dans les diverses parties de son domaine. Nous allons continuer de le passer en revue et nous insisterons plus spécialement sur les travaux étrangers, précisément parce que nous sommes

moins à même de les connaître par les textes originaux.

I. — CHIMIE GÉNÉRALE.

Le mouvement en grande partie théorique qui s'était fait dans ces derniers temps sur les questions de stéréochimie et de dissociation des ions semble s'être quelque peu ralenti et il convient d'attendre encore avant d'en parler dans des généralités. C'est le sort de toutes les théories où une part est faite à l'imagination : elles provoquent un enthousiasme bienfaisant, d'où sortent de nombreux travaux qui ont pour mission de les affermir et pour effet véritable de les saper plus ou moins vite.

En Physique on met une sorte de coquetterie à écarter toute hypothèse, on ne progresse que par le fait et la mesure rigoureuse. En Chimie, théories et hypothèses ont jusqu'à présent joué un rôle qui a souvent pesé sur l'étude des lois exactes. Cette science commence à prendre contact avec la physique et deux courants entraînent les savants. Les uns, plus particulièrement versés dans la chimie organique, en suivent les méthodes à travers les conceptions stéréochimiques; les autres font entrer peu à peu la Chimie générale dans la Physique et surtout la Thermodynamique.

La stéréochimie peut être considérée comme un complément de la théorie atomique. Elle a été imaginée à son heure dès que pour des matières de même composition on a trouvé plus d'espèces bien définies que les formules de constitution n'en pouvaient expliquer. Il n'est pas encore possible de prévoir un système destiné à prendre la place des notations actuelles, auxquelles on doit en grande partie les

¹ La Revue de Chimie appliquée, faite pour la Grande Industrie par M. Lunge et pour les Matières colorantes par M. Ph. A. Guye, a paru dans la *Revue* du 30 janvier 1891, page 40.

merveilleux progrès de la chimie organique; mais on constate depuis assez longtemps leur insuffisance. Il est certain que le système des formules dans l'espace qui tend à se substituer aux formules planes est un progrès. Mais c'est surtout un progrès de logique: au degré de complexité où les représentations schématisques de molécules en sont arrivées, il est douteux qu'il ait une influence pratique. Toutes nos connaissances acquises affirment un état de mouvement des molécules chimiques et le travail consacré à édifier une théorie statique de formules dans l'espace a des chances d'être perdu. Il est certain que, pour une formule de constitution organique bien établie, les groupes CH^3 , OC^2H^5 , AzOH , CO^2H etc... écrits sur le papier, existent, ou, mieux, que ces associations peuvent être extraites à l'état de dérivés de l'ensemble fort obscur qu'on nomme une molécule. Il y a en chimie organique des lois bien démontrées de rapports fixes par groupes; mais cette fixité des rapports n'implique en aucune manière l'immobilité. La stabilité des formules, la constance des propriétés chimiques et optiques, la symétrie et la dissymétrie semblent compatibles avec une théorie dynamique, d'ailleurs à trouver.

Tant que les séries de la chimie n'ont pas été complètes, on a attaché une assez grande importance aux propriétés individuelles des corps. La tendance du moment est de ne voir dans les matières les plus diverses que la résultante d'un certain nombre de propriétés *additives* attribuées aux atomes. Il semble bien que ce soit là une idée juste, dont le germe se trouve dans la loi de Dulong et Petit sur les chaleurs spécifiques et dans celle de Wœstyn, qui la complète. Les grandes lois naturelles sont d'une rare uniformité et il n'y a pas de raison pour que les agents physiques, qui ne sont que des manières d'être de l'énergie, influencent d'une façon bien différente des molécules qui, pour être indéfiniment variées, n'en sont pas moins faites de corps simples, toujours les mêmes. Sous l'influence de ces idées on cherche à *atomiser* en quelque sorte les actions physiques en Chimie. Les travaux les plus fréquents dans cette voie visent les indices de réfraction moléculaires. En comparant un grand nombre d'indices de réfraction *moléculaires*, R, donnés par la formule de L. Lorenz et A. Lorentz:

$$R = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \frac{M}{d} \quad (1)$$

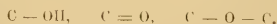
on est arrivé à remarquer certaines régularités intéressantes, et Landolt a pu formuler cette loi que l'indice R d'un corps est égal à la somme des

indices atomiques des composants. La formule étant prise comme base, on est arrivé, par l'examen de composés organiques *saturés* très simples, à fixer la valeur des indices de réfraction atomiques, qui sont 2,365 pour le carbone, 1,103 pour l'hydrogène. Quand, à l'aide de ces nombres et de la formule chimique, on établit l'indice moléculaire R, il faut obtenir le même chiffre que par la voie optique en mesurant n^2 .

Mais souvent cet accord ne se réalise pas, et il ressort des travaux de M. Brühl notamment qu'il faut tenir compte non seulement du nombre des atomes constituants, mais encore de la manière dont ils sont liés. C'est ainsi qu'ayant fait le calcul comme si la molécule était saturée, on devra ajouter au résultat autant de fois 1,836 qu'il y aura de *doubles liaisons* ou *lacunes* dans la formule. De même une triple liaison vaut 2,220 de réfraction moléculaire.

Pour l'oxygène on a établi des règles analogues. Il est concevable que les particularités de constitution interne ayant une influence aussi grande, et étant sans doute plus nombreuses et complexes que nous ne pouvons croire, l'exactitude des déterminations soit relativement faible. M. Brühl ne considère pour cette raison ses résultats que comme approximatifs. ¹

Mais telle qu'elle est, cette méthode est entrée dans la pratique des laboratoires et peut rendre des services. Elle permet en quelque sorte de voir les doubles liaisons des corps aromatiques et d'autres particularités des formules, telles que les modes de combinaison de l'oxygène selon les types:



L'indice de réfraction n'a pas seulement l'utilité chimique que nous venons de résumer. C'est une constante d'origine purement physique; il est lié à la théorie de l'optique et par ce fait à peu près raccordé aux formules thermiques et électriques, dans lesquelles la chimie se trouve ainsi prendre un pied. Ce point de contact est fort important, car dans les branches précitées de la science on possède des formules rationnelles qui rendent les phénomènes calculables et pourront un jour être étendues à la Chimie.

La source des idées qui tendent à incorporer la Chimie générale dans la Mécanique et la Physique est toujours l'hypothèse moléculaire de Bernoulli, celle des points matériels en mouvement dans l'espace. Cette conception a été considérablement développée par M. Van der Waals et par M. Sarrau. Les formules qu'ils ont données sont aujourd'hui le point de départ de nombreux travaux. L'hypo-

¹ Dans cette formule: n = indice de réfraction; M , poids moléculaire; d , densité.

¹ Brühl *Zeitschr. Physikal. Chem.* t. VII, p. 1.

thèse de Bernouilli n'a été d'abord qu'une idée sans corps; les savants que nous venons de nommer ont matérialisé cette idée.

Les gaz, pour l'instant, ne sont plus considérés comme de simples points; on leur a donné des dimensions. On les regarde comme de petites sphères de matière fondamentale bourdonnant, en quelque sorte, dans le vase qui les renferme. En diminuant par l'action d'un piston, par exemple, l'espace qu'il leur est permis de parcourir, ces sortes de bourdons frappent plus souvent contre les parois, et la pression augmente ainsi en raison inverse du volume, selon la loi de Mariotte. D'après cela, le volume d'un litre de gaz à la pression normale n'est qu'une apparence: c'est l'espace où bourdonnent les molécules sphériques. On peut diminuer cet espace par la compression et le refroidissement, mais non indéfiniment. La loi de la contraction des gaz — $\frac{1}{273}$ de leur volume par degré — n'est pas exacte jusqu'au bout: il arrive un moment où les molécules supposées sphériques se touchent et l'on ne peut aller au delà: le gaz devient un liquide à peu près incompressible. L'espace qu'occupent les molécules au contact se désigne dans l'équation de M. Van der Waals par b et se nomme le *covolume*¹, parce qu'il est le complément vraiment matériel et irréductible du volume apparent.

Encore cet espace n'est-il pas en entier occupé par la matière: tout comme dans une caisse de billes, il y a entre les sphères des interstices.

C'est autour de cette importante notion du covolume que viennent se réunir des questions très diverses de Chimie et de Physique. M. Ph. A. Guye, dans une thèse récente et remarquablement intéressante, a non seulement rappelé les idées que nous résumons très sommairement, mais établi des enchainements physico-chimiques nouveaux.

On sait que Clausius considère les diélectriques comme formés de sphères conductrices placées dans un milieu isolant, et le pouvoir qu'a ce diélectrique de transmettre les actions électrostatiques (la constante diélectrique K) est liée à la fraction g de l'espace total qu'occupent réellement les sphères conductrices, par la formule:

$$(1) \quad K = \frac{1 + 2g}{1 - g} \quad \text{ou} \quad g = \frac{K - 1}{K + 2}.$$

Or, d'après la théorie électromagnétique de la lumière de Maxwell¹, la constante diélectrique doit être égale au carré de l'indice de réfraction n :

$$K = n^2.$$

La formule de Clausius devient ainsi la formule de L. Lorenz et H. A. Lorentz:

$$g = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2}$$

En divisant par la densité et multipliant par le poids moléculaire, on a la formule de la *réfraction moléculaire* R , intimement liée à la chimie organique et que nous avons donnée plus haut.

Dans ces formules de Clausius et de Lorenz se trouve la même idée de relation entre l'action électrique ou optique et le volume réellement occupé par la matière. M. Guye a reconnu en cela le rôle du covolume et montré que celui-ci est *proportionnel à la réfraction moléculaire*, laquelle peut être calculée au moyen des formules chimiques de constitution.

Depuis, M. J. W. Brühl a montré qu'en appliquant la formule $\frac{(n^2 - 1)M}{(n^2 + 2)d}$ des indices, — qui a en réalité son origine dans la notion du covolume, — les nombres restaient invariables, quand on passait de l'état liquide à l'état gazeux. *Ce sont toujours les molécules elles-mêmes qui agissent, quel que soit le volume apparent.*

Une autre valeur qu'on tente d'atomiser est la chaleur de combustion. Selon M. Thomsen, le carbone, l'hydrogène et aussi ce qu'on nomme les *double liaisons* auraient dans les composés une chaleur de combustion constante, atomique, qui permettrait de calculer *a priori* la constante thermique d'une molécule dont on a la formule chimique. M. Brühl critique cette théorie qui conduit à des résultats contradictoires relativement au caractère saturé ou non saturé des molécules et à la valeur des *liaisons*.

Les chaleurs de combustion de divers isomères simples présentent des différences notables:

$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH} > \text{O} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{CH} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CO} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
168 cal. 5	464 cal. 8	437 cal. 2	440 cal. 7
Oxyde de propylène	Alcool allylique	Acétone	Propylaldéhyde

Un même nombre d'atomes de même espèce libère ainsi des quantités d'énergie dépendant pour une part de l'arrangement interne, de la *fonction chimique*; mais c'est là une question que nous connaissons assez mal.

Un point se trouve mis en suspicion par les études d'optique et de thermie chimique: c'est la

¹ Voyez à ce sujet Ph. A. Guye, l'Equation des Fluides dans la *Revue* du 30 juin 1890, t. I, page 365.

¹ Voyez à ce sujet R. BLOMLOF, La théorie électromagnétique de la Lumière, dans la *Revue* du 15 mai 1891, t. II, page 289.

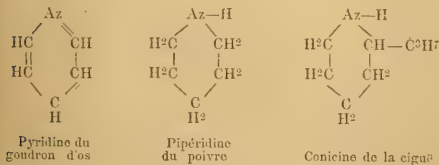
valeur des *liaisons*. On peut dire que la chaleur de combustion ou l'indice augmente quand le carbone se lie deux fois, trois fois, parce qu'il est plus engagé, qu'il y a un rapprochement plus intime de ce métalloïde à l'indice élevé dans la molécule. On peut admettre aussi bien qu'il n'y a pas de liaison double et que le carbone, moins engagé dans la combinaison, est plus réfracteur, plus lui-même. Par des recherches de ce genre les procédés d'aggrégation moléculaire finiront par être remis en question.

II. — CHIMIE ORGANIQUE.

Longtemps on a cultivé la chimie organique pour elle-même et soudé CH^3 à C^6H^5 dans le but unique de savoir selon quelles lois cela se passe. On aimait aussi à avoir des substances à formules singulières et des *dérivés* fort bien cristallisés. Ce genre d'études a été poussé aussi loin que possible; il ne semble pas qu'on puisse sans une base de raisonnement nouvelle améliorer encore l'outil théorique si parfait que la génération qui nous précède a construit. Pour cette raison la chimie organique pure, celle des constructions graphiques subit un certain temps d'arrêt. La plupart des chimistes renoncent à faire des édifices de molécules sans but; ils cherchent des méthodes de transformations nouvelles ou appliquent celles déjà établies à la détermination de la formule développée des principes naturels.

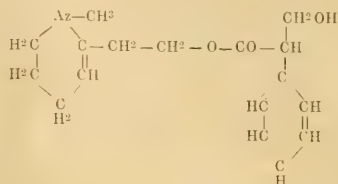
La chimie organique, arrivée relativement vite à un grand état de perfection, remportera maintenant moins de succès dans son domaine propre que sur le terrain de la biologie.

Dans cet ordre d'idées, de nombreux travaux sont consacrés à établir la topographie des molécules vénéneuses qu'on nomme les alcaloïdes naturels. L'un de ces alcaloïdes — le célèbre poison de la ciguë — a été fait de toutes pièces, avec toutes ses propriétés, même le pouvoir rotatoire droit, par M. Ladenburg. Ce n'est autre chose qu'un dérivé de la pyridine, l' α -normalpropyl-pipéridine :

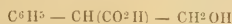


Sans doute nous verrons maintenant se succéder les synthèses d'alcaloïdes, car plusieurs d'entre eux qui n'ont pas encore été faits de main d'homme en cimentant des atomes épars, sont parfaitement connus, même dans les détails de leur architecture intérieure, parfois très compliquée. Ainsi, il

est, on peut dire, certain que l'atropine $\text{C}^{17}\text{H}^{23}\text{AzO}^3$ extraite de la belladone, de la jusquiame ou du *Datura*, a pour formule, du moins très approchée :



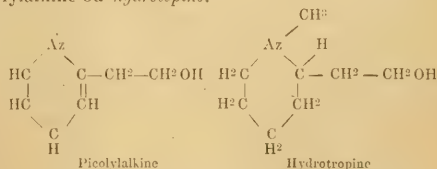
L'atropine avait été depuis longtemps dédoublée par l'action de l'eau de baryte en acide tropique :



et une base, la *Tropine* $\text{C}^8\text{H}^{11}\text{AzO}$.

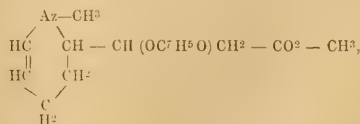
L'atropine était une sorte de tropate de tropine deshydratée et il a été assez facile de réaliser une synthèse apparente de l'alcaloïde en unissant de l'acide tropique de pleine synthèse avec de la tropine d'origine végétale.

C'est de cette dernière base que dépend uniquement en ce moment la synthèse définitive du poison des solanées vireuses. M. Ladenburg est arrivé récemment ¹ à serrer la question de très près en construisant une base dérivée par hydrogénation de l' α -picolylalkine ² qu'il nomme méthylpipécolylalkine ou *hydrotropine*.



En retranchant H^2 à l'hydrotropine, il se fait une nouvelle base ayant la formule de la tropine, mais ne lui étant pas encore identique; l'auteur la nomme *paratropine*. Par combinaison avec l'acide tropique il a préparé un isomère de la tropine, la *para-atropine* qui a comme l'alcaloïde naturel la propriété de dilater la pupille.

Dans un cas analogue à l'atropine se trouve la cocaïne $\text{C}^{17}\text{H}^{21}\text{AzO}^4$, qu'on est en droit d'appeler méthylbenzoilecgonine :



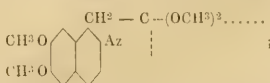
¹ *Berichte*, t. XXIV, p. 1621 (1894).

² M. Ladenburg a donné le nom d'*alkines* aux bases oxéthyléniques de Würtz.

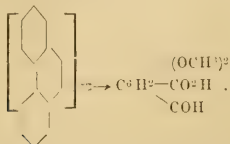
et la pipérine, le principe piquant du poivre :



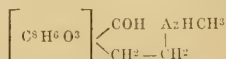
Pour d'autres alcalis organiques le travail est moins avancé, mais en voie bonne et sûre ; leurs formules incomplètes donnent à nos yeux l'impression de ces navires sur chantier auxquels ils ne manquent que la mâture légère et les cordages. Dans ce cas se trouve la papavérine de Goldschmidt,



la morphine, dont la constitution connue se réduit au groupement à trois noyaux du phénanthrène combiné à l'acide opianique.



La cotarnine $C^{12}H^{10}AzO^4$, une des pièces fondamentales de la narcotine, est selon W. Roser ¹ :



La combinaison de cette cotarnine avec l'acide opianique ci-dessus, fournira la narcotine de synthèse, quand la constitution du groupe $[C^8H^6O^3]$ sera connue.

Au moment où la synthèse des poisons qui sont nos meilleurs agents médicamenteux va être réalisée, on commence à entrevoir que leur obtention ne constituera qu'un premier degré d'approximation pour nos connaissances chimiques sur les substances toxiques et leur mode d'action. D'après la remarque que l'on a faite que les poisons agissent en raison du poids de l'animal, il semblerait que toute la substance vivante en soit imprégnée et que lorsqu'un homme de 100 kilos succombe à l'action de 0 gr., 01 d'alcaloïde, chaque gramme de sa substance contienne de celui-ci un dix-millionième de gramme. Même à admettre qu'il n'y ait que certains centres touchés, le poison dissous dans la masse des liquides de l'organisme ne peut les atteindre qu'en proportions minimales ; il paraît donc peu probable qu'il agisse par la voie de la combinaison chimique avec les éléments anatomiques. Une idée, plus ou moins nettement formulée aujourd'hui au point de vue chimique, est

celle de l'intoxication par le procédé diastasique.

Nous ne sommes amenés à prononcer le mot de diastases à la suite des alcaloïdes que pour retracer brièvement l'état de notre ignorance sur le sujet qui a été remis à l'ordre du jour par les progrès de la bactériologie. Il est d'ailleurs presque aussi utile de confesser que nous ne savons rien sur un point de première importance que de vanter nos conquêtes dans d'autres domaines ; cela peut être une excitation au travail.

Une diastase passe pour être une matière azotée, incristallisable et plus ou moins comparable aux albumines. Il faut ajouter que les diastases n'ont pas de caractères permettant d'affirmer leur pureté. Cela, joint à des méthodes de préparation encore fort défectueuses, explique qu'on n'ait pu isoler aucune de ces matières, même relativement pure. Ce sera là, selon toute vraisemblance, l'étude la plus difficile réservée à la chimie organique de l'avenir, parce que les diastases, si elles ont bien des formules telles que nous les concevons aujourd'hui, sont les produits chimiques les plus intimement mêlés aux actes de la vie, partant les plus aptes aux actions et réactions incessantes, les plus altérables par les réactifs de nos laboratoires. La nature chimique des diastases est inconnue, mais un certain nombre des actions qu'elles provoquent ont été étudiées surtout par voie micrographique. Ce sont des agents chimiques de détente, de mise en train. Partout où la Nature met une réserve dormante, elle met une trace de diastase qui réveillera la matière et lui transmettra le secret des transformations chimiques de son espèce. Dans un ordre d'idées plus simple on pourrait dire qu'un grain de fulminate de mercure est la diastase d'une masse de poudre.

Tout porte à croire que les redoutables diastases qu'on isole très impures des cultures microbiennes, ne sont pas des poisons à combinaisons, mais des substances d'une élévation moléculaire comparable à celle des albumines vivantes et qui transmettent à celles-ci de mauvaises consignes d'évolution chimique.

Un certain nombre des formules de constitution qui nous paraissent certaines en tant que disposition relative des groupes, n'ont qu'une réalité de convention. Il y a quelques années on ne savait si le cymène, — qui n'est pourtant qu'un dérivé parabisisubstitué de la benzène — contenait un groupe propyle (fig. 1) ou isopropyle (fig. 2).

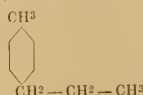


Fig. 1

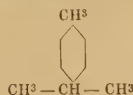


Fig. 2

¹ *Annalen*, 249, p. 168.

Après les travaux de Fittig, Fittica, Jacobsen etc., qui ont donné lieu à de longues discussions, l'opinion s'est fixée en faveur de la formule à propyle normal; toutes les fois qu'une difficulté se présente dans l'étude des dérivés ou que la présence de l'isopropyle est démontrée, on admet que le propyle est devenu de l'iso-propyle par suite d'une *transposition* interne.

Récemment M. Widman ¹ a montré par des expériences directes que la formule du cymène ordinaire est *isopropylique*.

Par l'action du bromure de propyle normal sur le parabromotoluène en présence du sodium, il se fait un carbone C¹⁰H¹⁴ qui bout à 182° — 184°, alors que le cymène C¹⁰H¹⁴, dérivé du camphre, bout à 175°. On a tout lieu de croire que c'est là un isomère à propyle normal du vrai cymène, car ses sels sulfoconjugués de baryum n'ont pas le même degré d'hydratation que les sulfo-cyménates bien connus. D'autre part M. Widman a préparé par la méthode de MM. Friedel et Crafts, au moyen de la benzine et du bromure d'isopropyle, un cumène qui était de l'isopropyl-benzine par son origine et, par son identité avec le cumène ou isopropyl-benzine, de l'acide cuminique. Le dérivé parabromé de ce cumène, traité par l'iode de méthyle et le sodium, a donné un carbure identique au cymène du camphre par son point d'ébullition (175°), son odeur et les propriétés de ses sels sulfonés de baryum. Il est donc établi maintenant que le cymène ordinaire est de la *méthyl-para-isopropyl-benzine*.

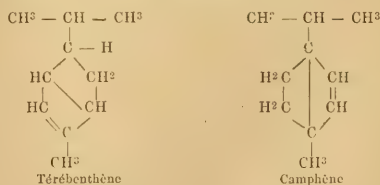
La démonstration qui précède n'aurait qu'un intérêt assez restreint si elle ne faisait qu'une rectification d'erreur dans la disposition des éléments d'un carbure quelconque; mais le cymène a en chimie une importance spéciale, par ce fait qu'il se trouve mêlé à bien des questions de synthèse végétale, qu'il est par ses dérivés un des constituants les plus fréquents des essences végétales et que presque tous les terpènes l'ont comme terme de convergence dans leurs réactions.

Ce qui précède nous conduit à parler de la question la plus controversée et sans doute la plus intéressante de la chimie organique, celle des terpènes, qui fixe en ce moment l'attention de nombreux savants. On sait qu'il existe dans une foule de végétaux des carbures doués d'odeurs spécifiques et constituant les essences de térébenthine, d'orange, de bergamote, de citron, de lavande, de phellandre, etc., etc... Ces carbures ont tous la même composition représentée par la formule C¹⁰H¹⁶; ils sont altérables, surtout par résini-

fication ou polymérisation, et doués d'odeurs aromatiques variées. L'ensemble de leurs propriétés s'impose aux chimistes un tant soit peu exercés; un *facies* plus aisé à percevoir qu'à bien définir les caractérise comme « terpènes ». A ce groupe sont intimement liés, par des relations de dérivation, des oxydes, probablement acétoniques, tels que les camphres et des alcools et phénols tels que le bornéol et le thymol. Ce sont les travaux de M. Berthelot qui ont dès le début fixé nos connaissances sur ce sujet exceptionellement étendu et compliqué. Les recherches de M. Bouchardat en France, de MM. Tilden, Armstrong, Flavitzky et Wallach à l'Étranger, y ont ajouté une quantité considérable de faits avec lesquels on cherche en ce moment à édifier une théorie générale de la série terpénique. On a pensé pendant longtemps que le nombre des terpènes était indéfini; chaque espèce végétale pouvait donner son terpène, isomère des autres. Cette théorie assez exagérée comportait une réaction, qui s'est produite: les terpènes passent en ce moment pour être peu nombreux: leurs odeurs, pourtant si spéciales, et leurs points d'ébullition variés seraient des altérations dues à des mélanges d'impuretés. La théorie qui tend à prévaloir sur la constitution des terpènes n'est pas appuyée par des formules incontestables. On n'a d'ailleurs pas contrôlé ces formules par la synthèse, et ce qu'on en peut dire de meilleur, c'est qu'étant des schémas construits par tâtonnement, elles ne se trouvent pas en contradiction manifeste avec les faits d'observation.

L'idée principale dans la théorie terpénique est tirée des travaux de M. Baeyer sur les acides hydrophthaliques qui contiendraient dans l'hexagone benzénique une liaison diamétrale. Cette liaison diamétrale ou para est devenue en quelque sorte le symbole des terpènes aux yeux de M. Brühl et de M. Wallach.

Dans un mémoire récent ¹, M. Wallach annexe à un travail personnel intéressant quelques-unes des formules nouvellement admises. Le térébenthène (Pinène) et le camphène sont représentés par des figures à liaison diagonale:



Le camphre et le bornéol ont respectivement des formules d'acétone et d'alcool de même figure

¹ Beriche, t. XXIV, p. 439.

¹ Berichte, t. XXIV, p. 1525.

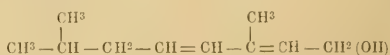
Malgré la faveur, peut-être un peu hâtive, avec laquelle ces formules sont accueillies, bien des doutes subsistent, qui portent sur des questions fondamentales. On peut se demander s'il est certain que dans les terpènes ou dans la plupart d'entre eux il préexiste un noyau cyclique, fermé. Ainsi qu'on le verra plus loin par l'exemple du géraniol, des corps qui, en raison de leurs propriétés, ont pu être considérés sans invraisemblance comme des hydrates de terpène, $C^{10}H^{16}H^2O$, sont tenus maintenant pour des alcools à formule ouverte, bien qu'ils aboutissent aisément au cyclymène comme le font les terpènes. M. Berthelot a récemment émis une idée qui supprime la difficulté un peu subtile des terpènes ouverts ou fermés, gras ou aromatiques. Sortant du domaine des formules statiques que nous venons d'exposer, des formules qui admettent des liens fixes et invariables entre les divers points de la molécule, il montre qu'il y a dans les actes de combinaison des divers terpènes des variations thermiques considérables. Tant que des espèces telles que le térébenthène ne sont pas engagées dans une action chimique, elles ont une surcharge d'énergie qui les rend instables comme un ressort tendu et aptes à verser dans l'une ou l'autre série. Le térébenthène converti par l'action d'agents convenables en ses isomères, le terpylène ou le camphène, a acquis une stabilité relative. Avant sa transformation, il n'a pas de formule fixe qu'on puisse dessiner : il a toutes les formules développées qu'on veut. En ce point réside peut-être l'explication de la diversité — non indéfinie, mais assurément très grande, — des individus du groupe terpène.

Les essences odorantes extraites des végétaux sont presque toujours formées d'un mélange d'un ou plusieurs terpènes $C^{10}H^{16}$ avec des huiles de formule $C^{10}H^{18}O$ ou encore avec les analogues du menthol $C^{10}H^{20}O$ ou du thymol $C^{10}H^{14}O$. Le parfum d'une fleur ou d'une plante n'est donc pas celui d'une matière chimique simple. C'est, pour me servir d'une comparaison établie par le parfumeur Piece entre les odeurs et les sons, une sorte de symphonie odorante. Nos meilleurs fabricants ont inconsciemment imité la nature en composant des parfums réputés par le mélange de drogues dont plusieurs sentent plutôt mauvais, comme le musc, l'opoponax et la civette.

Parmi les principes le plus souvent rencontrés dans les diverses familles végétales fournissant des essences, on remarque les hydrates de terpènes $C^{10}H^{18}O$ ou $C^{10}H^{16}H^2O$. Ce sont eux qui forment la base des essences de coriandre, de mélisse, de linaloe, de rose, de géranium, etc., etc... Mais jusqu'à présent on ne savait pas la formule de constitution de ces corps, ni même leur fonction chi-

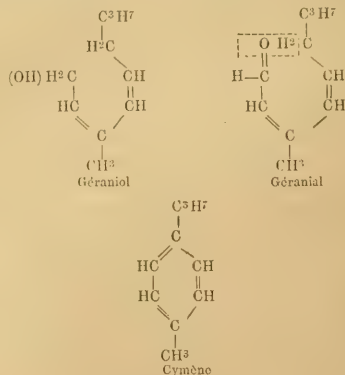
mique. Parmi les travaux qui ont permis d'éclaircir cette question intéressante, il convient de remarquer surtout ceux de M. F. W. Semmler ¹, de M. Brühl ² et de M. Eckart ³.

D'après M. Semmler, les prétendus hydrates de terpènes sont des alcools primaires de la série grasse. C'est ainsi que le géraniol, répandu dans divers végétaux, a pour formule :



Cette formule est fort intéressante en ce qu'elle montre combien est artificielle la distinction des séries en chimie organique. Le géraniol est un dérivé de la série grasse dans lequel les groupes $(CH_3)^2CH -$ et $CH_3 -$ sont placés en prévision d'une transformation aromatique. C'est un corps gras prédestiné : il est virtuellement aromatique.

Par une oxydation légère le géraniol se convertit en une aldéhyde bien caractérisée : le géraniol $C^{10}H^{16}O$, qui a la formule d'un camphre et se rapproche plus que le précédent des carbures aromatiques, ainsi que le montrent les formules de constitution disposées en cycles non encore fermés :



Le géraniol déshydraté par du bisulfate de potassium se convertit en effet en cymène vulgaire. De nombreuses essences agitées avec du bisulfite de soude donnent au bout de quelque temps un dérivé bisulfite du géraniol. Celui-ci préexiste donc dans ces essences et devient un des facteurs de leur parfum.

Selon MM. Poleck et Eckart ⁴, l'essence de roses dont ils paraissent avoir fait un traitement complet ne contiendrait — sauf falsification — que peu

¹ *Berichte*, t. XXIV, p. 201.

² — t. XXI, p. 457.

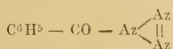
³ — t. XXIII, p. 3554.

⁴ *Berichte*, t. XXIII, p. 3554.

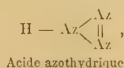
de principes distincts. L'essence d'origine turque est principalement formée d'une huile bouillant à 215° qui a la composition $C^{10}H^{16}O$ et les propriétés à peu près exactes du géraniol. Comme ce dernier, l'essence de roses a été transformée successivement en une aldéhyde, puis en un acide par oxydation. Les recherches des auteurs ont établi qu'il s'agit encore ici d'un alcool primaire avec deux liaisons éthyléniques.

III. — CHIMIE MINÉRALE.

L'année est exceptionnellement bonne au point de vue de la chimie inorganique. C'est une poussée de découvertes, une sorte de renaissance pour des études mortes comme celle du bore, des hydrures métalliques etc. Nous osons à peine rappeler l'acide azothydrique et le nickel-carbonyle dont la découverte a été dans cette *Revue* l'objet d'articles d'actualité. L'acide azothydrique n'est pas une substance intéressante par sa formule. On est habitué à voir en chimie organique des groupements azolés de toute sorte; les azimides, entre autres, sont connues depuis longtemps et la benzoïlazimide

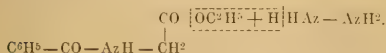


n'a pas d'intérêt particulier. Mais dès qu'on arrive, en chassant ($C^6H^5 - CO$), au corps générateur

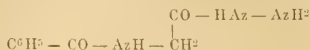


les propriétés presque banales de la série subissent un changement brusque. L'acide azothydrique est doué de propriétés imprévues que ne laissent pas soupçonner ses dérivés. C'est comme si l'on passait de l'inoffensif sel marin à l'acide chlorhydrique. M. Curtius² a complété récemment l'étude du corps singulier qu'il a découvert. L'acide azothydrique fort difficile à préparer est une matière à classer évidemment dans ce qu'on appelle la Chimie minérale; mais il se prépare exclusivement par voie organique: on tire la substance génératrice de ses dérivés³.

La méthode recommandée en dernier lieu par M. Curtius comme la plus simple est celle par l'hippurylhydrazine. On traite l'éther hippurique par de l'amidogène ou hydrazine:



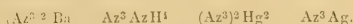
Il se fait ainsi de l'alcool et de l'hippurylhydrazine



qui, traitée par l'azotite de sodium, conduit au dérivé nitrosé:



En saponifiant par la potasse, on a de l'hippurate de cette base; de l'eau s'élimine, et l'on obtient l'azoture de potassium KAz^3 , qu'il n'y a plus qu'à décomposer par l'acide sulfurique pour que HAz^3 distille avec la vapeur d'eau. L'acide azothydrique peut être amené par distillation fractionnée à une teneur de 27%; au delà il fait explosion. Il fume en présence de l'ammoniaque, comme l'acide chlorhydrique; il sature les bases et précipite divers métaux en donnant des azotures, tels que:



Ces deux derniers présentent la plus grande analogie avec les chlorures correspondants; mais ils sont fort explosifs.

Ce sont là des faits intéressants, qui réveillent notre curiosité sur la nature inconnue des corps simples. Divers éléments s'unissant à l'oxygène donnent, selon les proportions, des bases ou des acides; l'azote, qui en combinaison hydrogénée, était considéré exclusivement comme générateur de bases, agit de même: il conduit, selon les quantités, à des acides ou à des dérivés basiques.

Des combinaisons, qui ont excité d'autant plus de surprise qu'on était moins préparé à les concevoir, sont le nickel-tétracarbonyle de MM. Mond, Lang et Quincke⁴ et le fer-carbonyle de M. Berthelot⁵.

On ne s'imaginer pas volontiers qu'un gaz neutre, se combinant difficilement au chlore et aux divers réactifs, puisse attaquer un métal lui-même assez résistant aux actions chimiques. Cela est cependant. Le nickel-carbonyle se prépare même facilement par combustion directe du nickel; c'est un liquide clair et mobile comme l'éther, dont il a à peu près le point d'ébullition. Il est dangereux à respirer et explosif.

Le fer-carbonyle de M. Berthelot résulte de l'action de l'oxyde de carbone sur le fer réduit, sans qu'il soit nécessaire de chauffer. C'est une matière gazeuse qui ne s'obtient qu'en mélange

¹ Voyez: Ph. A. GUYE: L'acide azothydrique, dans la *Revue* du 30 octobre 1890, t. I, p. 656 et G. CHARPY: Le nickel-tétracarbonyle dans la *Revue* du 30 novembre 1890, t. I, p. 637.

² *Berichte*, t. XXIII, p. 3031.

³ Voir cette *Revue*, loc. cit.

⁴ *Journ. Chem. Soc.*, t. LVII, p. 749, 1890.

⁵ BERTHELOT, *Comptes rendus* du 45 juin 1891, p. 1343.

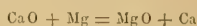
avec l'oxyde de carbone. Ce fait qu'un fluide toujours présent dans les opérations de la sidérurgie peut gazéifier le fer permet d'expliquer, selon cet éminent chimiste, bien des réactions utiles ou curieuses observées depuis longtemps, et notamment le phénomène de la cémentation du fer, jusqu'à présent si mal connu.

L'affinité peu commune du bore pour le fluor, le chlore et l'oxygène, fait de ses combinaisons avec les éléments en question des termes de stabilité, des têtes mortes — *caput mortuum* — dont l'énergie réciproque s'est épuisée. M. Moissan qui a de nouveau attiré l'attention sur ces difficiles questions a laissé de côté les composés bien connus qui ont pour ainsi dire stérilisé la chimie du bore. Il a préparé comme point de départ l'iodure de bore jusqu'à présent inconnu et dans lequel l'élément triatomique saturé par les faibles affinités de l'iode présente toute la *plasticité* nécessaire aux transformations.¹ Le bore, dans ces conditions, prime par son énergie chimique la plupart des réactions; c'est ainsi que le tétraiodure de carbone, dont la préparation était des plus difficiles, s'obtient par une simple précipitation à froid dans le tétrachlorure de carbone dont le chlore est enlevé :



Le nouveau composé est particulièrement intéressant, car c'est un outil qui permettra d'obtenir un nombre considérable de combinaisons et d'entrer vraiment dans la chimie du bore, réduite jusqu'à ce jour aux borates.

Bien peu d'hydrures métalliques sont connus en dehors du palladium-hydrogène de Graham, de l'hydrure de cuivre Cu^2H^2 de Würtz et des hydrures K^1H^2 , Na^1H^2 que MM. Troost et Hautefeuille ont obtenus en traitant par l'hydrogène les métaux alcalins. M. C. Winkler², en appliquant sa méthode de réduction des oxydes par le magnésium en poudre, est arrivé à des résultats dont l'intérêt dépasse les limites de la chimie minérale. Lorsqu'on chauffe un mélange équimoléculaire de chaux et de magnésium, il se fait une violente réaction et une partie au moins de la matière se transforme selon l'équation :



Cette opération se fait dans un courant d'hydrogène sec. Dès que l'incandescence qui accompagne la transformation a pris fin, on constate que l'hy-

drogène cesse de passer : il est retenu par le calcium, car la magnésie et la chaux qui pourraient rester sont indécomposables; et d'ailleurs il ne se dégage pas d'eau. La saturation du métal effectuée, l'hydrogène passe librement; on laisse refroidir dans un courant de ce gaz. On a de la sorte une masse grise, terreuse, qui, chauffée en un point, s'allume et brûle dans l'air avec une flamme pâle d'hydrogène; dans l'oxygène la combustion est éblouissante. L'eau seule et surtout l'eau acidulée provoque un abondant dégagement d'hydrogène. L'analyse de la masse montre qu'elle contient 33 % d'hydrure de calcium solide, terreux, infusible. Le reste est de la chaux inattaquée (28 %) et de la magnésie (38 %).

L'hydrure de calcium a pour formule CaH ou une expression polymérique telle que Ca^4H^4 .

Dans les mêmes conditions la strontiane est à peu près quantitativement (95 %) convertie en hydrure SrH . La baryte est dans le même cas.

Le magnésium mélangé de magnésie donne dans ces mêmes conditions quelques centièmes d'hydrure MgH .

M. Winkler, à la suite de ces expériences, fait remarquer que dans le Soleil et les étoiles fixes on a démontré la présence simultanée de $\text{H}, \text{Ca}, \text{Mg}$. D'autre part, M. Janssen, dans sa belle expédition du Mont-Blanc, a mis en évidence l'absence d'oxygène libre dans l'atmosphère du Soleil. Dans cet astre, selon M. Winkler, les réactions chimiques principales de la photosphère se passeraient entre les hydrures métalliques plus ou moins dissociés et la vapeur d'eau. Les hydrures notamment serviraient de régulateurs des protubérances; l'hydrogène étant bientôt absorbé par les vapeurs métalliques, il se produirait par ce mécanisme d'énormes diminutions de volume; les hydrures, en présence d'eau, pourraient dans des circonstances différentes donner lieu à de véritables explosions d'hydrogène. Dans d'autres conditions de la chimie stellaire, lorsque les astres sont à une température plus élevée que notre Soleil et supérieure au point de dissociation de la vapeur d'eau, l'hydrure de calcium existerait en présence d'oxygène libre sans qu'aucune affinité pût troubler l'équilibre. Mais dès que la température, par la suite des temps, s'abaisserait au-dessous du point de dissociation précité, l'oxygène, réagissant sur CaH, MgH , etc..., donnerait lieu à l'éblouissante combustion oxyhydrique. L'astre refroidi subirait une sorte de recalcence passagère, donnant lieu au phénomène des étoiles temporaires à éclat variable non soumises à la périodicité.

A. Etard,

Répétiteur de Chimie
à l'École Polytechnique.

¹ MOISSAN, *Comptes rendus* du 6 juillet 1891, p. 49.

² *Berichte*, t. XXIV, p. 1966.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1^o Sciences mathématiques.

Niewengłowski. — Docteur ès sciences, ancien élève de l'Ecole normale supérieure, professeur de mathématiques spéciales au lycée Louis-le-Grand. — *Cours d'algèbre, à l'usage des élèves de la classe de mathématiques spéciales.* (12 fr.). — Armand Colin et Cie, éditeurs, 1, 3 et 5, rue de Mézières, Paris, 1891.

La première édition de l'excellent traité d'algèbre, publié en 1889 par M. Niewengłowski, a été rapidement épuisée, et la maison Colin a dû en faire une seconde, qui vient de paraître. Ce succès était prévu : le livre du savant professeur du lycée Louis-le-Grand porte, en effet, la marque d'une extrême rigueur dans les raisonnements et d'une très réelle clarté ; à ce double titre, on ne saurait trop le recommander aux élèves.

Drzewiecki (S.). — *Le vol plané. Essai d'une solution mécanique du problème.* (Prix 2 fr.). E. Bernard et Cie, 53 ter, quai des Grands-Augustins, Paris, 1891.

M. Drzewiecki s'est déjà fait connaître par d'intéressantes études sur le vol des oiseaux ; en 1889, il a publié un travail intitulé : « Les Oiseaux considérés comme des aéroplanes animés », avec ce sous-titre : « Essai d'une nouvelle théorie du vol ».

Le nouveau Mémoire qu'il publie aujourd'hui est la suite et le complément du précédent ; il y aborde l'une des questions les plus obscures que soulève le vol des oiseaux, l'une de celles qui ont le plus divisé les observateurs, la question du vol plané.

Nous n'oserions pas dire que toutes les conclusions de M. Drzewiecki sont démontrées en toute rigueur ; mais, si l'on admet l'hypothèse fondamentale qui consiste à considérer l'oiseau comme une surface plane se mouvant dans l'air, le travail dont nous rendons compte paraît bien établi et solidement déduit. L'auteur, après avoir étudié le planement proprement dit, c'est-à-dire le glissement descendant ou ascendant de l'oiseau porté sur ses ailes déployées, montre comment peut être obtenu ce vol en place que les chasseurs désignent sous la locution « faire le Saint-Esprit » ; il expose ensuite une explication fort ingénieuse de ce fait, qui a donné lieu à bien des discussions, la possibilité, pour l'oiseau, de se déplacer dans l'air, en s'élevant, sans dépenser de travail musculaire et par l'utilisation unique du travail du vent ; il termine enfin par l'examen très complet du planement par orbes, si fréquent chez les Rapaces.

L'opuscule de M. Drzewiecki est vraiment scientifique ; une fois l'hypothèse admise, l'auteur raisonne juste, fait de la bonne mécanique et ne donne que des déductions rigoureuses ; ces déductions théoriques viennent de recevoir une éclatante confirmation des expériences toutes récentes de M. Langley. Elles constituent une contribution importante à l'étude de cette question difficile du vol plané, déjà abordée par M. Marey dans des recherches justement célèbres. L. O.

2^o Sciences physiques.

Chappuis (J.) et Berget (A.). — *Leçons de Physique générale. Cours professé à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures, et complété suivant le programme de la licence es sciences physiques. Tome I et II* (Prix 13 fr. le vol.). Gauthier-Villars, Paris, 1891.

Entre les précis élémentaires écrits pour l'enseignement secondaire et les traités où diverses parties

de la physique sont exposées dans tous leurs développements, il y avait place pour un livre plus spécialement destiné aux élèves des Facultés et des Ecoles supérieures, et répondant à peu près au programme de la licence es sciences physiques. MM. Chappuis et Berget ont écrit ce livre que MM. Gauthier-Villars et ils viennent d'imprimer avec leur perfection accoutumée.

Comme l'indique son titre, cet ouvrage constitue une série de leçons, et non un traité ; on ne saurait donc reprocher aux auteurs d'avoir volontairement laissé de côté un certain nombre de questions, pour la plupart encore assez obscures d'ailleurs, ou ne figurant pas dans la liste des matières généralement demandées aux examens classiques. Les leçons sont écrites dans un style très sobre et très clair ; partout les auteurs ont cherché les démonstrations les plus élémentaires ; ils n'ont pas sacrifié au désir de paraître originaux en donnant de ces démonstrations soi-disant nouvelles, que l'on ne trouve d'ordinaire qu'au prix d'une plus grande complication ; on a suivi toujours la voie la plus droite et la plus naturelle ; chaque question est présentée d'une façon unique et sous son aspect le plus simple ; sans doute, ce n'est pas là, en théorie pure, le meilleur moyen de faire connaître à fond les points délicats de la science ; celui-là seul connaît bien un paysage qui l'a examiné de divers points de vue ; mais l'expérience n'apprend-elle pas tous les jours au professeur qu'en voulant trop éclairer les détails, il fait disparaître l'ensemble aux yeux encore inexpérimentés de la plupart de ses élèves ? les auteurs ont donc eu tout à fait raison, étant donné le but qu'ils désiraient atteindre, de s'en tenir surtout au côté le plus frappant ; eux-mêmes signalent qu'ils ont souvent suivi la marche et les méthodes indiquées par M. Lippmann, leur éminent maître, dans son enseignement à la Sorbonne ; ils ne pouvaient choisir meilleur modèle. Peut-être pourrait-on trouver que la lecture du livre de MM. Chappuis et Berget donne un peu trop cette impression que la physique est une science achevée, au moins dans les parties étudiées au cours de l'ouvrage ; mais les auteurs répondraient sans doute qu'ils tiennent cette légère critique pour un compliment, qu'ils ont sciemment agi, et que, volontairement, ils ont cherché à faire pénétrer cette idée dans l'esprit du lecteur ; à quoi bon tourmenter outre mesure ceux qui commencent l'étude de la physique supérieure, leur dévoiler immédiatement les précipices qu'ils côtoient ? Ne serait-il pas bien décourageant d'avoir le vertige au début d'un voyage ?

A mon sens, le plus grand mérite de l'ouvrage est que, partout on sent le souci de présenter la physique comme une science expérimentale ; dans l'ensemble comme dans les plus petits détails, on découvre aisément que MM. Chappuis et Berget sont gens de métier : eux-mêmes ont fait les expériences dont ils parlent ; et ils ne se sont pas contentés de les apprendre dans les livres où l'auteur manifeste assez souvent une connaissance par trop théorique des appareils qu'il décrit ; la plupart des instruments qui sont cités dans le cours du livre appartiennent au laboratoire de Recherches physiques de M. Lippmann ; aussi voit-on dans le choix des modèles la variété que l'on rencontre dans un laboratoire ; les constructeurs les plus divers sont successivement mis à contribution. Cette couleur locale n'est pas faite pour déplaire au physicien ; je ne pense pas que personne puisse voir là un défaut.

Il serait trop long d'entrer ici dans le détail des cha-

pitres du traité; disons seulement que le premier volume débute par un chapitre, peut-être un peu concis, mais très clair, sur les unités; vient ensuite une description soignée des instruments de mesure; puis une étude très complète de la chaleur et de la thermodynamique. Signalons en particulier le chapitre sur la conductibilité thermique où la compétence particulière de l'un des auteurs se laisse aisément deviner. Le second volume est consacré à l'électricité et au magnétisme; tout ce qui a trait à l'électrolyse et à la polarisation est traité d'une façon très intéressante; on rencontre là plusieurs idées originales, développements des théories de M. Lippmann, dont les travaux ont jeté sur ces questions un jour tout nouveau.

Quand le troisième volume où se trouveront réunis l'acoustique et l'optique aura paru, une véritable lacune sera comblée. Grâce à MM. Chappuis et Berget, on possèdera désormais un excellent ouvrage, tout à fait digne d'être considéré comme une « introduction générale à l'étude de la physique ».

Lucien POINCARÉ.

Waterhouse (Colonel). — Sur le renversement de l'image photographique par les sulfocarbamides. — *Photographic News*, 1890.

M. E. Waterhouse signale ce fait singulier que, si l'on ajoute une petite quantité de sulfocarbamide à un bain de développement alcalin, le cliché vient en positif, après une pose normale.

Les meilleurs résultats sont obtenus avec les formules suivantes :

Hydroquinone.....	12 gr.
Sulfite de soude.....	22 —
Carbonate de soude.....	10 —
Eau.....	70 —

On ajoute à 100 parties de ce révélateur une partie de solution aqueuse saturée d'allylsulfocarbamide, et l'on procède à la façon ordinaire. La phénylsulfocarbamide donne aussi des renversements très nets. Avec ce dernier corps, il est préférable d'employer un révélateur à l'iconogène.

L'auteur n'indique aucune théorie de ses expériences. On n'est d'ailleurs pas plus avancé sur l'explication des faits analogues obtenus par la présence de l'hyposulfite de soude dans le bain d'oxalate de fer.

Il faut encore rappeler, à ce propos, le renversement de l'image par excès de pose, signalé par M. Janssen, également sans explication. Georges CHARPY.

Jüptner de Jonstorff (Hans). — Traité pratique de chimie métallurgique. Traduit de l'allemand par E. Vlasto, 1 vol. 350 pages. (10 fr.). Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris, 1891.

Ce livre est essentiellement pratique; il s'adresse non aux savants, mais aux ingénieurs, et leur offre, sous une forme très condensée, l'ensemble des données nécessaires à la conduite d'un haut-fourneau. La première partie est consacrée à la description des appareils de laboratoire et des méthodes opératoires. Citons une discussion très approfondie des erreurs à craindre dans les analyses en poids ou en volume, et des moyens de les réduire autant que possible. Vient ensuite un chapitre sur les réactifs et les liqueurs titrées, puis on arrive à la partie la plus importante du livre, les méthodes spéciales d'analyse. Cette étude est divisée en 10 paragraphes :

I. Essais sur le fer et l'acier. On trouve dans ce paragraphe les méthodes les plus récentes et les plus précises de dosage de C, Si, S, Ph, Mn, W, Ti, Ca. Il n'y a à signaler comme omission que la méthode de dosage du silicium de Boussingault (attaque du métal par HCl, gazeux) qui donne de bons résultats. Le dosage du chrome et du vanadium ne sont pas indiqués; certains minerais contiennent cependant des proportions notables de ces corps.

II. Minerais et fondants.

III. Calcul des lits de fusion. M. Jüptner donne, d'après Balling, des tableaux de coefficients pour la silice et les différentes bases d'après lesquels on peut calculer immédiatement la composition d'un lit de fusion pour obtenir, en partant d'un minéral donné, un laitier de composition déterminée.

IV. Examen des laitiers.

V. Produits réfractaires.

VI. Eaux d'alimentation.

VII. Combustibles et graphite. La méthode calorimétrique de Schwackhœfer, la plus précise qu'on connaisse, est longuement exposée, d'après des documents de l'inventeur.

VIII. Analyse des gaz.

IX. Effet utile des installations de chauffage.

X. Détermination du bilan du haut-fourneau.

Comme on le voit par cette rapide énumération, toutes les opérations de la pratique courante sont examinées dans ce livre. On peut signaler cependant l'omission des méthodes permettant de déterminer la facilité avec laquelle un minéral est réduit, celles de Lowthian Bell en particulier. L'exposé des différentes questions est très net et très précis, et il semble difficile de réunir sous un plus petit volume autant de données intéressantes.

M. Vlasto, directeur de la Société centrale des produits chimiques, a traduit ce remarquable ouvrage en suivant de très près le texte allemand; de trop près même en certains passages, car il en résulte des tournures de phrases un peu allemandes, telles que celle-ci : « Un autre chimiste, qu'il fit aussi pipetter avec de l'eau, obtint etc... » Le traducteur a aussi ajouté un certain nombre de notes, dont la plupart se réduisent à ceci : « Cet appareil se trouve à la Société centrale des produits chimiques. » Georges CHARPY.

3^e Sciences naturelles.

De Lapparent (A.). — Abrégé de Géologie. 2^e édition, entièrement refondue, avec 134 gravures dans le texte et une carte géologique de la France, chromolithographiée. (3 fr. 25). Savy, Paris, 1891.

L'éloge de ce petit livre n'est plus à faire. Destiné à l'enseignement secondaire, il a eu le rare mérite de bien mettre en lumière les faits dominants de la géologie, — ceux qui sont strictement nécessaires à l'établissement des lois générales, — sans encombrer la mémoire du lecteur d'inutiles détails.

La seconde édition, très remaniée, qui vient de paraître, témoigne du souci constant de l'auteur de perfectionner son œuvre à cet égard. Elle donne aux commençants une vue très nette de l'ensemble de la géologie, service qu'apprécieront aussi pour eux-mêmes les spécialistes souvent trop engagés dans le détail d'une question pour apercevoir les grandes lignes de la science.

Bien que ce livre traite de choses très générales et devenues à peu près immuables, la seconde édition diffère notablement de la première. C'est ainsi que la méthode micrographique ayant, depuis quelques années, conduit les pétrographes à des idées nouvelles sur la composition et la formation des roches éruptives, M. de Lapparent a enrichi sa deuxième édition d'un chapitre particulièrement consacré à leurs découvertes.

Malgré les additions de cette sorte, le choix d'un format plus compact a permis à l'éditeur de diminuer le volume et le prix primitifs de ce petit ouvrage. L. Q.

Goodale (George Lincoln) A. M., M. D., Professeur of Botany in Harvard university. — Gray's Botanical Text Book, 6^e édition, volume II. Physiological Botany (13 fr.). Macmillan and Co Bedford Street, 29, Covent Garden, London 1890.

Cette nouvelle édition, publiée sous les auspices de M. Asa Gray, n'est pas seulement un ouvrage de Physio-

logie; on y trouve en effet la plupart des développements anatomiques dont la connaissance a longtemps été considérée comme inutile à l'étude des principaux problèmes de la Physiologie.

Après une introduction indiquant l'emploi du microscope et des réactifs nécessaires à l'étude des tissus, M. Goodale adopte, pour la partie anatomique de son ouvrage, l'ordre classique. Il étudie d'abord la constitution de la cellule et les dérivés du protoplasme, les différents tissus, puis l'anatomie des organes végétatifs et des organes floraux, pour terminer par une classification des tissus où sont résumées les vues de M. Haberlandt. Cette première partie est exposée avec beaucoup de clarté et l'auteur montre une connaissance parfaite des travaux classiques en anatomie végétale. Signalons notamment les emprunts faits aux belles recherches de M. Van Tieghem sur la racine, de M. Sanio sur le liège, de Mohl sur les Palmiers, etc. De nombreuses notes accompagnent le texte, fournissent des détails, souvent omis dans les ouvrages de Botanique, sur la composition chimique des tissus.

La seconde partie, de beaucoup la plus développée, est d'abord consacrée à l'étude générale du protoplasme, dont la composition et les propriétés sont exposées très longuement. L'auteur étudie ensuite la diffusion, l'osmose et l'absorption des liquides, d'après les recherches de Ch. Graham, et les observations de MM. Traube et Pfeffer sur les cellules artificielles. La constitution des différents sols, les résultats produits par la culture dans l'eau, sont ensuite exposés très clairement; puis M. Goodale aborde l'étude des mouvements de l'eau provoqués dans les tissus végétaux par l'absorption et la transpiration.

Le chapitre relatif à l'assimilation du carbone, traité d'après les recherches de Saussure, Garreau, Timiriazeff, Engelmann, est très complet; mais l'auteur ne paraît pas avoir abordé la question si importante des erreurs que le phénomène respiratoire introduit dans l'étude de la fixation du carbone.

La fixation de l'azote, l'examen des sources auxquelles les plantes empruntent cet élément important, sont exposés d'après les belles recherches pratiques de MM. Lawes et Gilbert et de M. Schloesing; mais la question si importante de la nutrition des Légumineuses est passée sous silence.

L'auteur examine ensuite les plantes humicoles et saprophytes et consacre aux plantes carnivores des développements que notre ignorance actuelle sur le mode de nutrition de ces plantes ne justifie pas.

Le chapitre relatif aux transformations des matériaux organiques dans la plante, se termine par une étude trop écourtée des phénomènes respiratoires; c'est la partie la moins développée de cet important ouvrage.

L'auteur aborde ensuite l'étude des phénomènes internes, division de la cellule, mouvement, et termine par l'examen des phénomènes de reproduction et de germination.

Un dernier chapitre, très original, termine le livre; il est consacré à l'étude de la résistance des végétaux à l'action des influences toxiques: poisons organiques et gazeux, etc.; malheureusement, en l'état actuel de nos connaissances, l'auteur a dû restreindre beaucoup ce chapitre.

En somme le *traité de Physiologie* de M. Goodale présente, sous un petit format, l'exposé très net et assez complet des grandes questions de physiologie végétale, dont la connaissance est indispensable, non seulement aux naturalistes, mais à tous ceux qui s'intéressent aux questions agricoles.

Les étudiants trouveront en outre dans cet ouvrage, intermédiaire entre les traités classiques et les livres élémentaires, une liste des plantes sur lesquelles ils pourront vérifier les détails anatomiques et les faits physiologiques exposés dans le cours de l'ouvrage. Il est regrettable que nous n'ayons pas en France de livre comparable à celui de M. Goodale.

L. MANGIN.

Wallace (A. Russel). — **Le Darwinisme**, traduction par M. H. DE VARIGNY. Un vol. 8° de la *Bibliothèque évolutionniste* publiée sous la direction de Henry DE VARIGNY, 37 figures dans le texte. (7 francs). Lecrosnier et Babé, éditeurs, 23, place de l'École de Médecine, Paris, 1891.

M. de Varigny a eu l'excellente idée de réunir sous le titre de « *Bibliothèque évolutionniste* » une série de volumes se rapportant tous à la théorie de l'évolution, à sa démonstration et à ses conséquences, envisagées tant au point de vue scientifique pur qu'au point de vue métaphysique. Comme le dit M. de Varigny dans son « *Avant-propos* », cette bibliothèque s'adresse à tous les esprits qui comprennent la nécessité de posséder une base solide de croyances philosophiques, à tous ceux qui sentent l'apportée de la véritable doctrine évolutionniste, qu'Hüeckel n'a pas craint de comparer à la loi de la gravitation universelle de Newton. Les questions qui y sont soulevées sont de celles qui intéressent puissamment tout le monde, et il n'est pas douteux que la « *Bibliothèque évolutionniste* » soit appelée à un vif succès.

Le premier volume de la série est la traduction française de l'ouvrage capital de Wallace; on ne pouvait mieux débiter. Si la loi de l'évolution est aujourd'hui presque universellement adoptée, grâce au grand courant d'opinion créé surtout par Darwin, l'accord est loin de régner quant aux théories explicatives de cette évolution, et il faut le dire, dans ces derniers temps, il a paru que le darwinisme était un peu en défaveur. M. Wallace reprend les idées de Darwin, en les complétant par les faits nouveaux, acquis depuis trente ans de controverses, en les envisageant surtout chez les organismes à l'état de nature, et non plus, comme l'avait fait Darwin, chez les animaux domestiques et les plantes cultivées, ce qui prêtait un peu le flanc à la critique.

Les premiers chapitres sont consacrés à une nouvelle démonstration précise des deux bases du darwinisme :

- 1° la lutte pour l'existence;
- 2° la réalité de la variation continue de l'espèce chez la grande majorité des individus, tant pour les organes internes et l'extérieur que pour les instincts, aussi bien dans un sens favorable que défavorable à l'individu.

Il en résulte qu'en fin de compte les survivants sont évidemment ceux que leurs variations ont rendus plus aptes à échapper aux dangers : c'est là la sélection naturelle. M. Wallace donne ensuite des exemples nouveaux et vraiment démonstratifs de sélection naturelle, et examine quelles sont les circonstances qui favorisent le plus la formation des nouvelles espèces.

Il est impossible de résumer les quatre admirables chapitres consacrés à l'étude des couleurs : l'auteur les divise en couleurs protectrices, qui dissimulent l'animal à ses ennemis; couleurs de reconnaissance, développées surtout chez les animaux sociables, se réunissant en troupes; couleurs prémonitrices, contrastant avec les couleurs protectrices, qui indiquent que leurs possesseurs sont dangereux ou non comestibles; couleurs et ornements sexuels, pour lesquels l'auteur adopte des vues un peu différentes de la sélection sexuelle de Darwin. Enfin il étudie les phénomènes extraordinaires du mimétisme, par lequel des espèces inoffensives arrivent à mimer des espèces dangereuses, ou se confondent absolument avec leur milieu habituel.

Je ne puis que citer deux chapitres intéressants : l'un relatif à la distribution géographique des organismes; l'autre aux preuves géologiques de l'évolution : l'auteur fait ressortir combien sont lacunaires les renseignements paléontologiques, dans lesquels on a trouvé cependant nombre de preuves directes de la filiation des êtres.

M. Wallace analyse avec soin les théories qui cher-

chent à supplanter celles de Darwin et réfute leurs arguments; notamment les théories d'H. Spencer (influence de l'usage et de la désuétude), celles des néo-lamarckistes américains¹, de Semper (action directe du milieu), de Geddes (antagonisme de la croissance et de la reproduction), de Romanes (sélection physiologique). Il adopte les vues de Weissmann sur la continuité du plasma germinatif, et la non-hérédité des caractères acquis.

Le volume se termine par un chapitre sur le darwinisme appliqué à l'homme; M. Wallace accepte que l'homme dérive d'une forme animale inférieure par sélection naturelle; mais il revendique pour nos facultés intellectuelles et morales une essence spirituelle sans aucun lien avec la lutte pour l'existence matérielle.

Certainement le beau livre de M. Wallace va ramener beaucoup de biologistes hésitants aux pures idées de Darwin et donner un regain de vie à la théorie de la sélection naturelle; dans toutes les bibliothèques, sa place est marquée à côté des ouvrages du Maître, qu'il complète si heureusement.

L. CUÉNOT.

Belzung (Er.), *Professeur au Lycée Charlemagne. — Anatomie et Physiologie animales, suivies de la Classification.* 2^e édition avec 622 figures dans le texte. (Prix 6 fr.). F. Alcan, éditeur, 108, boulevard Saint-Germain, Paris, 1891.

Cet ouvrage, destiné à l'enseignement des lycées, renferme, en un petit volume, nombre de faits bien classés et clairement décrits. L'auteur a très heureusement choisi, dans l'ensemble des questions relatives à l'anatomie et à la physiologie animales, les plus importantes, les mieux connues, celles qu'il ne devrait être permis à personne d'ignorer, et il a réussi à les exposer avec simplicité et précision, sans rien sacrifier de la rigueur scientifique. Le lecteur trouvera dans son livre une introduction bien comprise à l'étude spéciale et plus approfondie de la zoologie.

Trois chapitres relatifs à la classification ont été ajoutés dans la deuxième édition, qui se trouve ainsi constituer un tout complet. Le premier, délicat à présenter, traite de l'espèce et des questions qui s'y rattachent; le second renferme la nomenclature des principaux groupes zoologiques, avec de fort belles figures anatomiques d'ensemble; en fin la troisième développe l'idée générale de l'unité à laquelle conduit la comparaison des caractères des règnes animés de la Nature.

L. O.

Milne-Edwards (A.), *Membre de l'Académie des Sciences, Professeur au Muséum. — La Ménagerie (rapport au Ministre de l'Instruction publique) broch. in-8° de 41 pages, G. Masson, 120, boulevard Saint-Germain, Paris, 1891.*

L'auteur signale surtout dans cet opuscule l'organisation défectueuse de la Ménagerie et réclame des pouvoirs publics les crédits nécessaires au fonctionnement de l'une des parties les plus populaires du Jardin des Plantes.

Il énumère les principaux services que la Ménagerie rend à la science, constatant un véritable laboratoire où Mammifères et Oiseaux sont en expérience permanente. La sélection y crée des races susceptibles d'être propagées dans nos forêts ou utilisés par notre agriculture. Enfin « les artistes trouvent, parmi les animaux tenus en captivité, des modèles précieux pour leurs études de peinture ou de sculpture. Chaque printemps, plus de trois cents cartes donnant accès dans la Ménagerie, avant l'heure où elle s'ouvre au public, leur sont ainsi

distribués. Barye, Cain, Fremiet et beaucoup d'autres ont trouvé là des renseignements qu'ils ont su mettre à profit. » Ajoutons que nombre d'artistes travaillant pour l'ameublement fréquentent dans le même but le Jardin des Plantes et puisent dans l'observation des animaux vivants des inspirations souvent profitables au bon renom de l'art décoratif français.

Ce triple intérêt, — scientifique, artistique et industriel —, paraissait gravement menacé si, contre notre attente, l'éloquent plaidoyer de M. Milne-Edwards n'obtenait gain de cause.

L. O.

4^e Sciences médicales.

Chor (Dr S.) (d'Odessa). — *Traitement du charbon par le bicarbonate de soude, d'après la méthode de M. Fodor. Ann. de l'Institut Pasteur, mai 1891.*

Deux théories se disputent à l'envi l'explication de l'immunité contre les infections microbiennes; l'une, défendue avec grand talent par M. Metchnikoff et ses élèves, celle de la phagocytose, l'autre, celle de la propriété bactéricide des humeurs. A l'heure actuelle, dans les deux camps, les arguments pour et contre sont loin de faire défaut, et le résultat obtenu jusqu'ici est un grand luxe d'expériences, toutes fort instructives.

Behring avait pensé que l'état réfractaire des rats blancs vis-à-vis de la bactérie charbonneuse était dû à l'alcalinité du sang, alcalinité causée par des bases organiques de nature inconnue.

Fodor a publié un travail, dans lequel il conclut que l'action bactéricide du sang augmente avec l'alcalinité du liquide, surtout si cette alcalinité est due au bicarbonate de soude. Ceci l'avait conduit à traiter le charbon par le bicarbonate de soude. M. Chor a entrepris de refaire ces expériences, et il est arrivé à un résultat diamétralement opposé : il conclut de ses expériences que l'augmentation non douteuse de l'alcalinité du sang par l'introduction du bicarbonate de soude dans l'organisme n'a, contrairement à l'assertion de Fodor, aucune influence thérapeutique sur la maladie charbonneuse.

Dr H. DUBIEF.

Fonsart (Dr) et **Ehrmann**, *pharmacien. — Recherches nouvelles sur la fièvre scarlatine. H. Lefebvre, 31, rue Solferino, à Compiègne, 1891.*

Le milieu militaire est en général excellent pour l'étude précise de la marche d'une maladie épidémique. Le regrettable Dr Fonsart ayant assisté à trois épidémies successives de scarlatine dans son régiment, a pu étudier le mode de propagation de cette affection. Ses observations le conduisent aux conclusions suivantes, ou, pour parler plus exactement, à la confirmation du fait suivant, déjà admis avant lui :

Les conditions particulières du local ne jouent pas, dans la scarlatine, un rôle aussi important que dans la fièvre typhoïde;

Le germe infectieux accompagne les hommes au campement; la dissémination des hommes est le moyen héroïque d'arrêter une épidémie.

Le mémoire renferme quelques examens du sang et des urines, dus à M. Ehrmann; des planches représentent les débris de squames; on y voit figurés et décrits de véritables insectes avec des pattes articulées, terminées par des crochets; le rôle spécifique de ces insectes nous paraît bien problématique.

Comme traitement, le Dr Fonsart préconise la saignée. La scarlatine est une maladie à forme congestive, et les émissions sanguines, d'après lui, donneraient des résultats remarquables; aussi les emploie-t-il sous toutes les formes : saignées, sangues aux apophyses mastoïdes et ventouses scarifiées.

L. O.

(¹) Voyez à ce sujet : PRIEM, le Néo-Lamarckisme en Amérique d'après M. Cope, dans la Revue du 15 juillet 1891, t. II, page 455.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 29 juin 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. S. Mangeot : Des surfaces qui possèdent la symétrie courbe des systèmes de plans. — M. M. Brillouin : Déformations homogènes finies. Énergie d'un corps isotrope.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. F. Beaulard a étudié la biaxie du quartz comprimé, dans le cas où l'on fait varier l'angle d'incidence du faisceau de lumière polarisée. L'ellipse du faisceau émergent était analysée au moyen des relations précédemment indiquées par l'auteur. Des valeurs obtenues, il conclut : 1^o que le pouvoir rotatoire reste constant; 2^o que lorsque l'angle d'incidence, compté à partir de l'ancien axe optique, augmente, l'excentricité de l'ellipse diminue d'abord pour augmenter ensuite; on a un cercle lorsque l'incidence correspond à l'axe optique dans l'air. Il établit ensuite les relations qui lient les différences de marche, l'angle des axes optiques et les indices principaux à l'angle d'incidence et à la pression. — M. A. Witz montre qu'on ne peut calculer le rendement photographique absolu d'un foyer de lumière faite d'une unité absolue de quantité de lumière; on ne connaît pas en effet de foyer transformant intégralement les calories disponibles en radiations lumineuses. Mais on peut mesurer les rendements relatifs des diverses sources. L'arc voltaïque a de beaucoup le rendement le meilleur; si on veut le supposer égal à 0,5, celui d'une bougie de stéarine serait 0,01 et celui des meilleures lampes à gaz à récupération 0,02. Ayant remplacé dans un établissement l'éclairage au gaz par l'éclairage électrique, la force motrice étant fournie par un moteur à gaz, l'auteur a constaté que malgré tous les intermédiaires (moteur, dynamo, canalisation et lampes) le rendement du gaz est notablement meilleur sous la seconde forme que sous la première. Le calcul des divers rendements du système conduit pour le rapport des rendements photographiques du gaz et de l'électricité à une valeur du même ordre que celle donnée plus haut. — MM. Guerre et Martin décrivent un timbre électro-magnétique, ou avertisseur chantant, dont les vibrations sont entretenues par un électro-aimant. — M. Ch. André comparant les courbes de l'électricité atmosphérique fournies à Lyon par l'électromètre enregistreur de M. Mascart, avec les courbes de l'humidité relative relevée à la même station, signale une remarquable ressemblance entre ces courbes, qu'il s'agisse des variations diurnes ou des variations annuelles. — M. Berthelot, à propos d'un travail récent de M. M. Traube, communique diverses observations qu'il a faites sur les persulfates, observations qui confirment l'existence de ces sels en tant que composés distincts; rien ne justifie la supposition faite par M. Traube de l'existence d'un *sulfurylthoxyde* neutre. — M. A. Haller a traité le camphre par l'éthyle de sodium en tube scellé à 200°; tout le camphre a été transformé en bornéol; le résultat a été le même avec les propylate, isobutylate et amylate de sodium, sauf que le rendement a été moins élevé en bornéol et plus élevé en produit secondaires complexes. Par contre, le benzylate de sodium dans ces mêmes conditions a donné du benzylcamphre. — M. Ch. Lauth a étudié l'oxydation des corps azoïques; d'une façon générale, il a constaté que lorsqu'on soumet ces substances à froid à l'action de divers agents oxydants, le groupement azoïque se scinde en donnant d'une part un corps diazoïque et d'autre part des corps de la série quinonique.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. Darest a suivi la formation du mésentère et de la gouttière intestinale dans l'embryon de la poule par sa méthode de coloration à la teinture d'iode. Il a pu observer ainsi des faits nouveaux, notamment sur l'union des deux moitiés de l'aire vasculaire. — M. Chibret affirme que l'exercice musculaire produit chez l'homme entraîné une augmentation de l'urée et une diminution chez l'homme non entraîné ou lorsque l'exercice est poussé assez loin pour amener la courbature; les variations de quantité des urates sont en raison inverse de celles de l'urée. — M. J. Chatin a reconnu que le Nématode de la betterave (*Heterodera Schachtii*) est pourvu d'un aiguillon buccal. Cet aiguillon diffère pour le mâle et pour la femelle; de plus, ce stylet, qui est une dépendance de la cuticule, tombe à chaque mue et présente pendant l'évolution du parasite une série de formes différentes en rapport avec les conditions de la vie de l'animal pendant chacune de ces phases. — M. P. Lesage a examiné la façon dont marche la différenciation de l'endoderme lorsque, par une série de coupes, on remonte à partir du sommet de la racine; la marche de la différenciation varie beaucoup suivant les conditions du développement; elle peut différer d'un côté à l'autre de la même coupe. — M. A. Girard propose de grouper sous le nom de *Cladosporiées entomophytes* divers champignons parasites des Insectes, vivant aussi en saprophytes, et ne tuant les insectes que par l'obstruction des voies respiratoires. Dans ce groupe, distinct des *Hypocéracées* et de leurs formes imparfaites, (*Isaria*, *Botrytis*, etc.) rentre le parasite récemment signalé par divers observateurs sur les criquets algériens. M. Girard lui donne le nom de *Lachnidium Acridiorum* (n. gen. n. sp.). — M. Ch. Brongniart communique diverses observations qu'il a faites en Algérie sur les criquets envahis par le Cryptogame. Il a remarqué que la plupart des femelles mouraient sans avoir pu pondre. Il a obtenu des cultures du parasite. — M. A. Girard a fait essayer en 1890 la bouillie bordelaise sur des cultures de betterave du département de l'Oise envahies par un champignon, le *Peronospora Schachtii*; les résultats ont été satisfaisants. — M. Dubois adresse le résumé des essais qu'il a faits sur l'action insecticide de solutions de monosulfures de potassium ou de sodium; l'éclosion des œufs des acridiens est empêchée par une légère pulvérisation d'une dissolution de monosulfure de potassium marquant 10° Baumé; les insectes parfaits sont foudroyés par le même procédé. — M. Trécul lit une note sur des matières alimentaires intoxicées. — M. Daubrée, dans des communications antérieures, a démontré, par une série de recherches expérimentales comme par des observations sur la nature, que ce sont des fluides élastiques emprisonnés sous fortes pressions dans les réservoirs souterrains qui ont déterminé la perforation à travers l'écorce terrestre des cheminées verticales (diatrymes). Il attribue à la pression de ces mêmes fluides l'élévation jusqu'à la surface de la terre et presque à des altitudes considérables des laves et des matières volcaniques qui constituent les cônes si caractéristiques; pour donner à ceux-ci leur forme aiguë, les matériaux ont dû sortir du sol dans un état voisin de l'état solide. L'hypothèse que c'est à des pressions gazeuses internes que sont dues ces élévations de matières trouve une confirmation dans ce fait que la plupart des groupes de volcans que l'on observe en diverses régions de la terre présentent chacun une altitude caractéristique, autour de laquelle oscillent plus ou moins les altitudes de chaque

cône. Cette altitude moyenne serait la mesure de la pression des gaz dans les réservoirs souterrains de cette région.

Mémoires présentés : MM. Ch. Brongniart et Marchand : Observations sur les cultures du *Botrytis acridiorm* en milieux artificiels. — M. A. Cros : Le téléplaste. Exemple de transformation de la forme en rythme et réciproquement. Transmission d'une forme au loin sans transport de matières. — M. J.-L.-P. Duroy : « Sur un nouvel iodure organique, l'iodure d'antipyrine. » — M. A. Basin : Mémoire sur la navigation aérienne. — M. D. Billy : Note sur le mouvement vibratoire obtenu en posant un bloc de plomb rectangulaire sur la partie cintrée d'une plaque de cuivre en forme de tuile, chauffée entre 80° et 280°. (Ce phénomène a déjà été observé en 1831 par M. Trevelyan et étudié par Faraday.)

Séance du 6 juillet 1891.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. Boussinesq : Sur la manière dont les vitesses, dans un tube cylindrique de section circulaire, évasé à son entrée, se distribuent depuis cette entrée jusqu'aux endroits où se trouve établi un régime uniforme. — M. F. Tisserand : Sur l'inégalité lunaire à longue période due à l'action de Vénus et dépendant de l'argument $I + 16 I' - 8 I''$; l'auteur montre que les termes qui contiennent en facteur la quatrième puissance de l'inclinaison, termes négligés par Delaunay, peuvent avoir une influence sensible et diminuer le coefficient de l'inégalité en question du dixième de sa valeur, soit 4' 6 en viron.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. E. Mercadier a appliqué à des aciers contenant 5 et 25 % de nickel sa méthode de détermination du coefficient d'élasticité *dynamique*; ce coefficient se déduit au moyen des formules de Kirchhoff lorsqu'on a déterminé le son fondamental et la première harmonique d'un disque du métal ayant des dimensions déterminées; dans le cas de ces aciers-nickel, le coefficient d'élasticité dynamique diffère notablement du coefficient d'élasticité statique déduit des mesures ordinaires d'allongement; de plus, M. Mercadier note qu'une très forte proportion de nickel rend l'acier *isotrope*. — M. G. Hinrichs indique deux méthodes différentes pour calculer le volume moléculaire d'un composé donné; il applique la première, dite statique, aux paraffines normales qu'il assimile à un prisme rectiligne d'un nombre n de joints ou nœuds identiques se terminant à chaque extrémité par un seul atome d'hydrogène, l'autre, dite dynamique, aux éthers des acides gras, qu'il assimile à des cylindres de révolution engendrés par « les molécules révolant autour de deux axes naturels dont le moment d'inertie est minimum ». — M. E. Péchard, faisant réagir l'eau de baryte sur l'acide chromique additionné d'eau oxygénée a observé la formation d'un précipité de couleur chamois qui, après dessiccation, détonne violemment par la percussion ou la chaleur; ce composé, analysé par déflagration dans le vide, semble répondre à la formule BaCrO_3 . — M. F. Parmentier a constaté la présence de l'acide borique dans la plupart des eaux minérales de la région du Centre; il indique un procédé de dosage de petites quantités de ce corps reposant sur la propriété suivante: l'acide borique vire le tournesol dans des conditions déterminées, et n'exerce aucune action sur l'hélianthine virée au jaune par les alcalis; on obtient la quantité de ce corps par la différence entre deux dosages acidimétriques effectués successivement avec ces deux indicateurs. — M. H. Moissan a constaté les propriétés iodurantes énergiques du triiodure de bore; ce corps réagit à froid sur le chloroforme pour donner de l'iodoforme et du chlorure de bore; avec le tétrachlorure de carbone, il donne à froid le tétraiodure de carbone. M. Moissan étudie en détail cette réaction et le composé auquel elle donne naissance. — M. A. Haller, faisant réagir l'aldéhyde benzoïque sur le camphre iodé, a obtenu le benzolcamphre;

par des réactions analogues, il a obtenu la combinaison des divers autres aldéhydes aromatiques avec le camphre; tous ces composés fournissent par réduction au moyen de l'amalgame de sodium les alcoylcamphres correspondants. L'atome de carbone auquel sont liés les radicaux alcooliques étant rendus asymétriques par cette liaison même, il peut exister deux isomères stéréochimiques de chaque dérivé alcoylé. Au point de vue du pouvoir rotatoire et de l'énergie réfringente moléculaire, ces corps présentent des propriétés remarquables dont M. Haller se propose de poursuivre l'étude.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. A. Malaquin a étudié chez les *Syllidiens* (annélides) l'ordre d'apparition des diverses parties du parapode pendant le développement; il a constaté que chez les types nombreux où cet organe est dégénéré, la régression suit exactement l'ordre inverse de l'apparition. — M. V. Villem : a étudié la structure des ocelles de la Lithobie; ses observations concordent pour les points principaux avec la description de Grenacher. — M. Marey décrit le dispositif au moyen duquel il a réussi à photographier des insectes pendant le vol; le temps de pose a pu être réduit à un vingt-cinq millième de seconde, grâce à l'emploi d'un éclairage puissant projetant directement les rayons sur l'objectif; l'insecte est vu en silhouette, soit fixé par une partie de son corps, soit voletant contre une vitre placée entre lui et la lumière; pour le reste, le dispositif est l'appareil chronophotographique employé antérieurement, mais dont les fenêtres ont été considérablement diminuées de largeur. — M. Lannelongue : Méthode de transformation prompte des produits tuberculeux des articulations et de certaines autres parties du corps humain (voir le numéro précédent de cette revue). — MM. Pomel et Fichet ont étudié les formations écœnes de la région située au nord et au nord-ouest de Constantine, et leurs observations sur ce point confirment leurs assertions antérieures sur la succession des couches de ce terrain en Algérie.

Mémoires présentés. — M. J. Balmy : Etude sur la maladie des pommes de terre.

L. LAPICQUE.

ACADEMIE DE MÉDECINE

Séance du 23 juin 1891.

M. Gariel, présente un appareil destiné à prévenir les accidents provenant des poêles mobiles. C'est un appareil électrique mettant en marche une sonnerie quand il y a roulement de produits de combustion dans l'intérieur du poêle. — M. Cornil publie deux expériences qui lui ont été communiquées il y a quatre ans par un chirurgien étranger. Dans un premier cas, un fragment d'un tumeur du sein (sarcome fasciculé) fut inséré, au moment de l'opération, sous la peau du sein de l'autre côté. Au bout de deux mois, il existait un noyau cancéreux très net au point inoculé. La maladie fut alors opérée. On constata qu'il s'agissait bien là d'une masse cancéreuse ayant sa vitalité propre, ses vaisseaux et la même structure que la tumeur primitive du sein d'où provenait le fragment inoculé. La maladie succomba, quelque temps après, à une maladie intercurrente. On ne trouva dans aucun organe le moindre noyau cancéreux. Dans une seconde opération, le même chirurgien inséra sous la peau du sein de l'autre côté, un petit fragment de la tumeur épithéliale qu'il venait d'enlever à l'autre sein. Au bout de trois semaines on constata l'existence d'un noyau cancéreux dans l'autre sein au point inoculé. La maladie refusa de se soumettre à une nouvelle opération et quitta l'hôpital avec son nouveau noyau cancéreux ainsi greffé. Elle a été perdue de vue. — M. G. Sée : Sur l'élasticité de contraction du cœur et sur les médicaments régulateurs du cœur.

Séance du 30 juin

M. G. Sée : Sur l'élasticité de la contraction du cœur et sur les médicaments régulateurs du cœur. L'auteur

termine cette communication qu'il a commencée dans la précédente séance. — **M. Houzel** : Fracture de la base du crâne; enfoncement du pariétal droit; trépanation, guérison. — **M. Durv** : Mémoire sur l'*iodure d'antipyrine*. L'auteur compare l'iodure, le biiodure et le triiodure d'antipyrine aux sels potassiques et sodiques de l'iode. Il fait remarquer que la différence des bases modifie profondément le mode d'action des iodures et leur absorption, l'iodure d'antipyrine étant bien plus facilement toléré et s'absorbant sans aucun des inconvénients que présentent les iodures alcalins.

L'Académie procède à l'élection d'un membre titulaire dans la section d'anatomie et physiologie. **M. Chauveau** est élu.

Séance du 7 juillet

M. Rochard : Rapport sur un travail de **M. Jeannel** traitant de la dépopulation de la France. — **M. Lavaux** : Traitement des tumeurs de la vessie. Dans différents cas d'hémorragies vésicales ou urétrales, l'auteur a obtenu de bons résultats par l'emploi d'injection d'eau boriquée à 4 pour 1000, très chaude. — **M. Lannelongue** : Méthode de transformation prompte des produits tuberculeux des articulations et de certaines autres parties du corps humain¹. — **MM. Pilat** (Lille) et **Spillmann** (Nancy) ont été élus correspondants nationaux.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 27 juin 1891.

M. A. Giard a réussi à inoculer au ver à soie l'*Isaria* du ver blanc, mais seulement par piqûre sous-cutanée; les procédés de contamination indirecte n'ont pas abouti. — **M. J. Dejerine** signale une déformation particulière de la cage thoracique, saillie des épaules en avant avec enfoncement du sternum, qui accompagne certaines atrophies musculaires. — A propos d'une note de **M. R. Dubois**, du 6 avril 1889, où cet auteur rapportait n'avoir pas trouvé d'action soporifique par les urines des marmottes en hibernation, **M. L. Errera** rappelle que suivant sa théorie les produits narcotiques formés par l'organisme pendant la veille s'accumulent dans les tissus; il n'est donc pas étonnant qu'on ne les retrouve pas dans l'urine, et cette constatation négative ne prouve rien contre la théorie. — **M. Camara Pestana** a tué des cobayes par injection des toxines du tétanos séparées des microbes, et recherche ensuite, en injectant à des souris les extraits des différents organes, comment s'effectue la diffusion du poison. Ses conclusions sont les suivantes : l'absorption se fait par le sang; les poumons, la rate, les reins et principalement le foie retiennent le poison; la toxine ne s'élimine pas par les urines. — **MM. Leclainche** et **Greffier** ont recherché le bacille de Koch dans les milieux de l'œil des bovidés tuberculeux : ils ont aussi inoculé ces humeurs à des cobayes; le résultat a toujours été négatif. L'examen de l'œil n'aurait donc pas pour le diagnostic de la tuberculose bovine l'utilité que lui attribuait **M. Mandereau**. — A propos de la note de **M. Richet** sur le rapport du poids du cerveau au poids du corps (30 mai), **M. L. Manouvrier** rappelle que depuis bien longtemps il a proposé de diviser le poids de l'encéphale en deux parties, l'une proportionnelle à la masse du corps, l'autre proportionnelle au degré d'intelligence du sujet. **M. Manouvrier** ajoute qu'il ne faut pas considérer cette seconde partie comme absolument indépendante de la masse du corps, mais seulement comme moins influencée par les variations de celle-ci que la première. — **M. E. Regnault** a suivi l'évolution de la prostate chez le chien; c'est une glande en tube ramifiée; le tissu conjonctif domine chez l'animal jeune et chez l'animal vieux, l'épithélium chez l'animal adulte.

Chez celui-ci, l'éjaculation produit une modification des cellules glandulaires. — **M. L. Chabry** électrolyse une solution de potasse pour obtenir des pressions très élevées (1200 atmosphères) en vue de l'étude de l'action biologique de ces pressions. — **M. Pilliet** a étudié un estomac de Lamantin et un estomac de Balénoptère. La conclusion de ses recherches est que par sa structure et ses dispositions anatomiques l'estomac des Cétacés forme un type à part dans la série des mammifères; il peut être rapproché de celui des ruminants. — **M. A. Charpentier** démontre l'existence d'un temps perdu dans l'excitation des centres visuels au moyen de l'expérience suivante : deux secteurs blancs placés à quelque distance l'un de l'autre sur un disque en rotation semblent se rapprocher l'un de l'autre, et d'autant plus que la rotation est plus rapide. — **M. d'Arsonval**, qui dans diverses communications a insisté sur l'importance physiologique de la forme de la courbe de variation du potentiel électrique, présente un appareil dérivé de son galvanomètre à circuit mobile, qui est destiné à inscrire cette forme.

Séance du 4 juillet 1891.

M. Hernandez a fait des recherches sur l'action physiologique des cultures stérilisées du vibron de Metschnikoff; on trouve dans ces cultures une substance vaccinante qui est volatile; le résidu de la distillation retient les substances toxiques. — **M. Gley** a constaté que le foie arrête environ la moitié de la cocaine injectée dans la veine porte; si l'on injecte le poison dans le bout périphérique de l'artère fémorale, le réseau capillaire de la jambe en retient aussi une partie, mais les caractères de l'intoxication ne sont pas modifiés comme ils le sont après injection dans la veine porte. — **M. Laborde** a continué ses recherches sur l'action physiologique de la strontiane; il a donné à un chien pendant plusieurs mois 7 grammes par jour de phosphate de strontiane sans observer d'autre phénomène qu'un appétit excessif. L'autopsie, il n'y avait pas de lésion; les os contenaient un peu de strontiane. — **M. Binet** a étudié la structure des connectifs de la chaîne ganglionnaire sous-intestinale du hanneton; il y a deux espèces de fibres distinctes par leurs caractères comme par leurs rapports; les nerfs latéraux naissent par deux racines, formées chacune par une de ces espèces de fibres. — **M. d'Arsonval** a fait des recherches sur l'excitabilité mécanique du nerf pour le comparer à l'excitabilité électrique; il a reconnu la même loi, c'est-à-dire que l'intensité de la réponse dépend bien plus de la vitesse avec laquelle varie la pression exercée sur le nerf que de cette pression elle-même. — **M. Grigorescu** a étudié la force dynamométrique des enfants. — **M. Nicati** envoie une note sur la chirurgie des annexes de la glande des procès ciliaires. — **M. Roger** a étudié les substances solubles des cultures du streptocoque de l'érysipèle; il y a une substance toxique, précipitable par l'alcool et se détruisant par la chaleur, qui favorise l'infection et une substance vaccinante, qui résiste à un chauffage à 104°. — **MM. Arthaud** et **Magon**, comparant les lésions qu'ils observent chez les chiens morts de la thyroïdectomie avec celles observées par l'un d'eux à la suite de la névrite du vague, pensent que c'est à l'irritation de ce nerf qu'il faut rapporter les accidents de la thyroïdectomie. — **M. Quinquaud**, en présentant cette note, dit que, pour lui, il pense que la survie doit être fréquente après l'ablation du corps thyroïde, ce qui indiquerait que le rôle physiologique de cette glande n'est pas essentiel. — **M. Gley** estime que les expérimentateurs ci-dessus n'ont pas un assez grand nombre d'expériences à opposer à toutes celles, très nombreuses, qui sont en contradiction avec leur opinion. — **MM. Albarran** et **Lluria** ont, sur une femme atteinte de cystite, pratiqué le cathétérisme permanent des uretères après l'avoir essayé sur un chien. Cette opération donne de bons résultats.

L. LAPICQUE,

¹ Voir à ce sujet la *Revue* du 15 juillet 1891, page 433.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 17 juillet 1891.

L'étude des lignes télégraphiques comprend quatre parties : l'isolement, la capacité, la self-induction et l'induction mutuelle. Les lignes françaises n'ont encore été jusqu'ici l'objet d'aucune mesure de ce genre. M. Massin aborde le premier cette question. La première difficulté consiste à trouver une ligne qui ne puisse être influencée par aucun fil voisin ou par la proximité des rails de chemin de fer. L'auteur a pu en trouver une de quelque étendue entre Bordeaux et Pauillac, et a eu l'occasion d'étudier en tout trois circuits différents. L'isolement très médiocre (4, 5 à 8 mégohms seulement) a nécessité, dans l'emploi des méthodes de mesure connues, des précautions spéciales pour éviter les erreurs dues à la déperdition. En ce qui concerne la capacité, M. Massin a comparé les qualités d'une ligne simple, c'est-à-dire avec prises de terre aux deux bouts, avec celles d'une ligne bouclée, ou ligne avec fil de retour. Les résultats ont été en faveur de la première. On sait en effet que la qualité d'une ligne est donnée par la valeur du produit CR. Or pour une ligne simple, des mesures très concordantes ont donné pour C la valeur moyenne 0,0097 microfarad. Tandis que pour une ligne bouclée, dont par suite la résistance R se trouvait doublée, la capacité est loin d'avoir diminué de moitié : elle s'est trouvée égale à 0,007. Pour les lignes souterraines il n'y a plus aucune différence entre les deux sortes de circuits : le produit CR reste rigoureusement constant. Les mesures de self-induction et d'induction mutuelle des lignes télégraphiques n'ont encore donné lieu à aucune conclusion nouvelle. — M. Hospitalier fait ensuite une très intéressante conférence sur les moteurs à courants alternatifs. Il classe les différents moteurs et discute les qualités de chacun d'eux au point de vue de la production de l'énergie par les courants alternatifs ; cette importante question sera prochainement exposée aux lecteurs de la *Revue*, dans un article spécial, par M. Hospitalier lui-même.

Edgard HAUDRY.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 1^{er} juillet 1891.

M. Ferdinand Jean montre l'intérêt qu'il y a pour la tannerie à obtenir des jus riches en tannin et décrit un extracteur automatique de son invention qui permet d'obtenir les jus forts à l'abri de l'air et à une température peu élevée afin d'éviter l'altération du tannin et la coloration de la solution. M. Ferdinand Jean donne quelques indications sur le dosage des matières astringentes et fait connaître un nouveau tannomètre qui permet de déterminer le tannin et les matières fixables par la peau. — M. Meyerhoffer a étudié les hydrates du chlorure d'étain SnCl_2 ; il existe des sels à 8, 5, 4 et 3 molécules d'eau. Chaque hydrate a en général deux températures de transformation, une à laquelle il se forme un hydrate supérieur, et une autre où il se décompose en un hydrate inférieur et une solution saturée. Les limites d'existence des hydrates sont 19°, 56°, 63°, 83° ; en présence d'une solution saturée, chaque hydrate est stable entre deux de ces températures, le sel à $5\text{H}_2\text{O}$, par exemple entre 19° et 56°, etc. En outre, le trihydrate en contact avec le chlorure stannique saturé d'eau est stable entre — 35° et + 83°. A cette température, le trihydrate soit seul, soit en présence d'une de ses deux solutions saturées, forme deux couches non miscibles dont une est de l'eau saturée de chlorure stannique, et l'autre du chlorure saturé d'eau. A une température plus élevée, il y a miscibilité complète. L'étude des solubilités des divers hydrates confirme les prévisions fondées sur la connaissance des températures de transformation qui doivent être regardées comme des constantes importantes dans l'étude des hydrates. — M. Le Chatelier

confirme les résultats de M. Shaw sur les limites d'inflammabilité des mélanges gazeux ; ses expériences lui ont montré que, comme l'avait dit cet auteur, ces limites peuvent être déterminées à un millième près. M. Le Chatelier propose d'utiliser ce fait pour le dosage de petites quantités de gaz combustible mélangées à l'air.

Séance du 10 juillet 1891.

M. Béhal a cherché à établir la constitution de l'aldéhyde caprylique $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}$, il a préparé ce corps par quatre procédés différents. Distillation du savon de ricin, oxydation de l'alcool caprylique. Action du chlorure d'heptoyle sur le zinc-méthyle, et enfin hydratation du caprylidène. L'oxydation donne de l'acide caproïque normal et de l'acide acétique, dans tous les cas, et les composés obtenus par les quatre méthodes sont identiques à tous les points de vue. Le corps connu sous le nom d'aldéhyde caprylique n'est donc pas une aldéhyde, mais une cétone : la méthyl hexyl-cétone. — MM. Béhal et Auger ont étudié l'action du chlorure d'éthylmagnésyle sur les hydrocarbures, en présence du chlorure d'aluminium ; il se forme des dicétones, dont ils ont étudié complètement un grand nombre. — M. Güntz a étudié la formation de sous-chlorure d'argent par l'action de la lumière sur le chlorure d'argent ; cette formation est accompagnée d'une absorption de chaleur de 28^{cal}. Le sous-chlorure d'argent se décompose ensuite en argent et chlore gazeux. — M. J.-A. Le Bel a réussi à obtenir à volonté une forme anormale du chloroplatinate de diméthylamine, qui avait été signalée par M. Vincent, mais qu'on n'avait pu reproduire. Ces cristaux dégagent un gaz quand on les dissout dans l'eau, l'auteur se réserve d'étudier ce phénomène. — M. Guerbet, en traitant le camphre en solution chloroformique par l'acide hypochloreux étendu, a obtenu un composé qui, traité par l'acétate de potasse en solution alcoolique, puis saponifié par la potasse, lui a fourni un composé $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}_3$ qui présente des réactions nettement acides et donne des sels bien cristallisés, distillé, il perd de l'eau et donne l'oxycamphre $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}_2$. — M. de Gramont a réussi à reproduire la *Datholite* $2\text{CaO}, 2\text{SiO}_2, \text{B}_2\text{O}_3, \text{H}_2\text{O}$ en faisant agir le borate de soude sur du silicate de chaux précipité ; dans le tube d'acier platiné de M. Friedel, à la température de 400°. C'est le premier exemple d'un silico-borate produit par synthèse. — M. Harriot présente une réclamation de priorité de M. Tollens au sujet des réactions colorées de l'orcine et de la phloroglucine avec les sucres en C^3 , colorations décrites récemment par M. Bertrand. — M. Gautier présente une note de M. Crépieux sur les oxycétones aromatiques.

A. COMBES.

A la dernière séance de la Société (24 juillet), M. H. Le Chatelier a présenté la Note suivante, qu'il nous prie d'insérer :

« M. Le Chatelier revient sur la discussion relative aux dissolutions de chlorure de cobalt pour répondre à des critiques et affirmations erronées que M. Combes a produites pour la première fois en rendant compte de cette discussion dans la *Revue générale des Sciences*.

En premier lieu, il est inexact, qu'après avoir attribué les variations de coloration à des changements d'hydratation, M. Le Chatelier ait renoncé à maintenir ses affirmations premières. Il les a seulement complétées, en montrant que l'hydratation doit être accompagnée d'un dédoublement moléculaire, comme cela se produit en chimie organique dans la saponification des éthers, des anhydrides d'acide etc.

En second lieu M. Combes conteste l'insolubilité de l'oxychlorure de cobalt par raison d'analogie avec les oxychlorures solubles de chrome et composés semblables. Les analogies contraires avec l'oxychlorure de zinc qui avaient été invoquées au cours de la discussion pourraient sembler mieux justifiées. Quoiqu'il en

soit des analogies, l'expérience directe, qui seule fait loi, montre que la solubilité de l'oxychlorure de cobalt est inférieure à $\frac{1}{1000}$, autrement dit est pratiquement nulle.

Enfin pour achever d'établir le peu fondé de la théorie de l'hydratation M. Combes ajoute que pour obtenir le passage du rose au bleu, il suffit d'ajouter à une solution très diluée de chlorure de cobalt un peu d'une solution également diluée d'acide chlorhydrique. La solution d'acide chlorhydrique à laquelle est accolée ici l'épithète de très diluée renferme en réalité au moins 300 grammes d'acide par litre et doit être employée en très grand excès, »

SOCIÉTÉ MATHÉMATIQUE DE FRANCE

Séance du 15 juillet 1891.

M. E. Lemoine: Sur les transformations par continuité des formules relatives au triangle, des propriétés du triangle, des coordonnées d'un point lorsque celles-ci s'expriment au moyen des éléments du triangle, des courbes dont la définition est liée au triangle. — M. Bioche: Sur une classe de surfaces gauches. Les surfaces dont les lignes asymptotiques se transforment les unes dans les autres par homographie (les points correspondants étant sur une même génératrice), et dont les génératrices appartiennent à un complexe linéaire sont : 1° les surfaces dont les génératrices appartiennent à une congruence linéaire; 2° les transformations homographiques de certaines surfaces analogues aux surfaces spirales. — M. Raffy: I. Sur certaines surfaces de révolution dont on peut trouver une infinité de déformations. II. Sur l'intégration des fractions rationnelles. M. Raffy montre que certaine recherche relative à cette question conduit au problème suivant, tenant à la fois à la théorie des formes et à l'analyse indéterminée, et dont la solution semble difficile: Étant donnée une équation algébrique irréductible à racines toutes distinctes existe-t-il des formes linéaires dont les coefficients soient des racines de l'équation proposée et qui s'annulent pour des systèmes de valeurs entières des variables?

La Société suspend ses séances jusqu'au mercredi 4 novembre. M. d'OCAGNE.

SOCIÉTÉS MARITIMES SCIENTIFIQUES

INSTITUTION OF NAVAL ARCHITECTS.

Session 1891. (Suite.)

M. Thomas Mudd. — Sur la construction des machines et chaudières marines. — Parmi les inconvénients que présente le système ordinaire de construction des chaudières, se trouve la difficulté de faire l'étanche à la rencontre de l'enveloppe cylindrique avec les tôles plates de la façade et du fond. Le couvre-joint intérieur de l'enveloppe est aminci, et serré entre celle-ci et la pince également amincie, formée par le bord rabattu de la tôle plate. Mais ce joint est mauvais et il se produit souvent des fuites par l'extrémité de la couture longitudinale des tôles d'enveloppe. En outre les rivets du bas, dans les coutures circulaires, sont sujets à la corrosion et difficiles à remplacer. Enfin, l'enveloppe cylindrique et le bord tombé doivent être ajustés très exactement : si le dernier a un diamètre trop faible, l'autre se gondolera, sans qu'on puisse mater la boursoufflure qui fuira toujours devant le matoir; s'il est trop fort, au contraire, l'enveloppe aura des joints ouverts. On a proposé de souder les extrémités des joints des tôles plates de façon à ce que le bord tombé forme une surface cylindrique continue; mais la difficulté provenant du couvre-joint longitudinal et celle de l'ajustage subsistent. — M. Mudd remédie à tous ces inconvénients en rabattant non plus le bord des fonds, mais celui de l'enveloppe cylindrique. Rien n'empêche alors de souder les extrémités des joints longitudinaux, et le bord tombé forme ainsi une surface continue. La façade et le fond ne sont

plus que des disques plats. On peut souder aussi les extrémités de leurs joints. On n'a plus de difficulté avec les couvre-joints qu'on peut arrêter plus tôt, pas d'ajustage tubulaire; les rivets n'étant plus disposés radialement, mais longitudinalement, sont moins sujets à s'oxyder, et en tous cas, faciles à remplacer, car les foyers ne gênent plus. Ce système avait été employé par certains constructeurs dans des chaudières en fer; mais pour l'acier, on redoutait les effets de la soudure. L'auteur l'a appliqué sur plus de 200 chaudières en acier, sans difficulté ni accident d'aucune sorte. La soudure n'a d'ailleurs pas d'efforts de traction à subir, car les couvre-joints qui vont jusqu'au fond du congé supportent toute la tension; et d'autre part, la tôle plate forme couvre-joint des parties réunies par la soudure. Quant aux bords tombés de l'enveloppe, l'acier supporte aisément le pliage nécessaire, dont le congé a un assez grand rayon. Les chauffages locaux n'y produisent jamais de fatigue apparente; pourtant il est prudent de recuire le pourtour, après la soudure et le rabattage des bords, dans un foyer annulaire où l'on place la chaudière verticalement. On a reproché aux joints circulaires des extrémités de faire travailler les rivets à la traction, au lieu du cisaillement. Pour le corps du rivet, il n'y a pas d'inconvénient, l'acier travaillant très bien à la traction; et quant à la ténue elle est assurée de la manière suivante: le fond est rivé à la riveuse hydraulique qui forme une tête de chaque côté de la tôle; la façade, par laquelle on termine, est rivée à la main; à l'intérieur est la tête du rivet; à l'extérieur une fraisure sur presque toute l'épaisseur. Les joints sont, du reste, à deux rangs de rivets. Il faut observer de plus que ces rivets travaillent peu, car les tirants prennent la plus grande partie de l'effort. Dans les chaudières de grandes dimensions, on met d'abord en place les tôles plates du haut et du bas; on les réunit par une bande annulaire de même épaisseur, qui rend le pourtour continu; et l'on applique par dessus la tôle du milieu qui sert de plaque de quene aux tubes. — Forage des tubes d'éclat. — M. Mudd indique une méthode optique pour forer les tubes d'éclat avec la précision nécessaire, qui est d'autant plus difficile à réaliser que leur longueur est plus faible, et que leur axe doit coïncider très exactement avec celui de la ligne d'arbres. Il fait usage d'un alésoir à axe creux, dans lequel on adapte une lunette permettant de repérer le centre de la ligne d'arbres indiqué sur un tableau que porte la plaque de fondation de la machine. La position de l'alésoir est ainsi facile à rectifier. — Montage des arbres coudés. — Il est d'usage dans les spécifications de machines d'imposer aux constructeurs de finir les portées de l'arbre après l'assemblage des différentes pièces. Ce serait suffisant si l'on n'avait en vue que le centrage de l'arbre entier; mais il y a d'autres conditions à remplir: les soies des manivelles doivent être parallèles à l'axe de rotation; souvent aussi les divers bouts d'arbres sont interchangeables et réversibles; il faut donc que les manchons d'accouplement aient leurs surfaces de contact rigoureusement perpendiculaires à l'axe, et bien centrées sur celui-ci. Il ne suffit donc pas que l'ensemble soit tourné; mais il est indispensable que chaque tronçon soit exactement travaillé. A cet effet, M. Mudd achève d'abord les soies; puis il passe au tour un bout d'arbre, et le règle d'après la soie en le faisant tourner pendant qu'un niveau d'eau posé sur celle-ci indique les déplacements à donner à l'axe pour le rendre parallèle à la soie. Le bout d'arbre est alors achevé; les portées en sont tournées; les manchons planés. On rapproche les différents bouts, on perce les trous, on met en place les boulons d'assemblage, et l'arbre ainsi monté est porté sur le tour, afin de contrôler l'ajustage. S'il y a une inexactitude, elle ne peut provenir que du boulonnage, qui est seul à retoucher. — Garnitures de pistons. — Les cylindres à haute pression s'usent souvent assez vite en raison du frottement exagéré des garnitures. En

réalité il n'est pas aussi nécessaire qu'on le pense d'employer de puissants ressorts derrière les bagues pour les appliquer contre la paroi du cylindre. Ce n'est pas en effet la pression atmosphérique qui règne dans le logement des ressorts; il s'y établit, avec de légères fluctuations, une pression moyenne qui contrebalance dans une large mesure celle de la vapeur pendant la période d'introduction et la première partie de la détente. Même, sans la nécessité de résister à la brusque compression qui se produit vers la fin de la course, il vaudrait mieux supprimer tous les ressorts; car, indépendamment du piston, et simplement entraînées parallèlement à l'axe, les bagues ne seraient pas soumises aux alternatives de pression qui, agissant en sens inverse sur les deux faces du piston, produisent une sorte de coïncement et une rapide usure. On doit donc chercher autant que possible à diminuer l'effort des garnitures sur la paroi cylindrique. M. Mudd y est parvenu en donnant aux bagues supérieure et inférieure, une forte épaisseur et par suite une large surface de portage sur la couronne, et en outre en produisant un contact énérgique sur ces surfaces au moyen de ressorts verticaux. Il donne aux anneaux 5 centimètres d'épaisseur pour des pistons variant de 0 m. 45 à 2 mètres de diamètre, et une hauteur de 5 centimètres à chacun d'eux. La section rectangulaire a l'avantage de donner aux bagues une tendance à se développer dans un même plan, tandis que les inégalités d'épaisseur des garnitures ordinaires mettent en jeu une élasticité qui engendre des surfaces gauches au grand détriment du cylindre qui est raboté inégalement. Remarquons d'ailleurs que cette section de 5×5 c/m convient également bien aux diamètres et aux pressions les plus variables; car plus forte est la pression, plus les anneaux ont besoin d'être rigides; or, cette rigidité est précisément d'autant plus grande à égalité de section, que le diamètre est plus petit. On peut adopter pour les ressorts la même uniformité que pour les bagues: une longueur de 55 millimètres sur un diamètre de 25 millimètres répond à tous les cas; ils sont logés dans des évidements pratiqués dans les deux bagues; leur nombre et le degré de tension peuvent être réglés selon les circonstances. La pression des garnitures sur la couronne et le rebord du piston est considérable; elle doit s'opposer à ce qu'elles soient appliquées contre le cylindre. Un ressort horizontal, très peu tendu, est placé tangentiellement au joint de chaque bague. Au cas où les ressorts verticaux viendraient à ne plus agir assez énérgiquement, on peut les disposer dans des logements horizontaux, ménagés à cet effet: les bagues agissent alors à la manière ordinaire, en attendant qu'on puisse faire la réparation. L'uniformité des garnitures a un autre avantage: elle simplifie beaucoup les rechanges. Enfin le système de M. Mudd remédie à l'inconvénient du rabotage du cylindre, qui se produit fréquemment avec les chemises de vapeur lorsque la pression y est admise.

L. VIVET.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 26 juin 1891.

MM. Ayrton et Mather: *La construction de résistances sans induction*. En faisant quelques transformateurs types il y a trois ans, les auteurs ont eu l'occasion d'étudier la construction de conducteurs électriques dont l'« impédance » fut pratiquement égale à la résistance. La condition est remplie en rendant l'« inductance » $\left(2\pi \frac{L}{RT}\right)$ pratiquement nulle par rapport à la résistance; et la première quantité ne dépendant pas de la matière employée (sauf si c'est du fer) il est important d'employer des substances de haute conductibilité. On prenait du « platinoïde » à cause de son faible coefficient de variation avec la température. Une des formes de résistance employée consistait en une série de bandes minces de platinoïde; chaque bande est

courbée au milieu et repliée sur elle-même, on a ainsi une série de résistances de 2 ohms 95 qui est traversée par un courant de 15 ampères sans que sa résistance varie de plus d' $\frac{1}{10}$ pour 100. Cette résistance a été faite par MM. Lamb et Smith. Une autre forme de résistance dite portative consiste en des spirales de fils; chaque tour, étant composé d'une spire gauche placée dans l'intérieur d'une spire droite de diamètre légèrement supérieur, arrive ainsi à réduire l'inductance à $\frac{1}{10}$ ou $\frac{1}{20}$ de celle de chaque spire, quand les diamètres approchent de l'égalité. Quand les fils sont en platinoïde, le rapport de l'inductance à la résistance arrive à être de l'ordre de $\frac{1}{500000}$. — M. CARUS WILSON: Sur l'influence du changement des surfaces sur la flexion des poutres. Si on se rapporte à la méthode pratique pour traiter les problèmes de flexion de poutres en se fondant sur l'hypothèse de Bernoulli, d'un moment de flexion proportionnel à la courbure, l'auteur remarque qu'on suppose ainsi que les sections transversales restent planes après la flexion et qu'on néglige l'effet de charge de la surface. Le mémoire actuel décrit des expériences faites pour déterminer l'état actuel de la pression sur une poutre supportée en deux points et chargée en son centre. Nous passons rapidement sur la discussion théorique pour dire un mot de la méthode expérimentale. Les expériences portent sur une tige de verre montée sur un châssis d'acier permettant d'exercer une tension et placée entre les rails croisés. Des anneaux d'acier de 2^{mm} de diamètre servent de supports et un autre anneau de même diamètre porte un crochet pour supporter la charge centrale. On emploie souvent de la lumière polarisée circulaire, un oculaire micrométrique sert à mesurer les distances entre les franges d'interférence produites par la charge. Les auteurs ont montré que si une tige de verre est posée sur une surface plane, et pressée normalement à sa surface supérieure, l'effort de cisaillement en un point de la normale au point d'application de la charge est inversement proportionnel à la distance de ce point au contact. Dans la première expérience, les nicols croisés étaient orientés à 45° de l'axe de la barre chargée; une lame quart d'onde placée entre la barre et l'analyseur et la position de la frange noire réglée de telle sorte que l'effet produit par l'effort exercé sur la lame fût égal et opposé à celui du quart d'onde. L'auteur présente une série d'expériences variées et curieuses. — M. C. V. BOYS: *Sur les électromètres de poche*. C'est une modification de l'électromètre ordinaire rendu portatif: le principal perfectionnement est la substitution de fils de quartz aux fils de soie. L'auteur a montré, il y a quelque temps, qu'il y a grand avantage à faire les galvanomètres petits. En appliquant le même raisonnement aux électromètres, il remarque qu'en faisant un instrument qui soit l'instrument ordinaire réduit au $\frac{1}{10}$ on réduit le moment d'inertie de l'aiguille au $\frac{1}{100}$, tandis que le couple directeur pour un potentiel donné n'est réduit qu'au $\frac{1}{10}$ de sa valeur primitive. Le petit instrument serait, pour la même durée de période, 10,000 fois plus sensible que le grand, pourvu que les causes perturbatrices fussent réduites dans le même rapport. Cette condition n'est pas réalisable avec la disposition ordinaire; mais on peut, par une modification convenable, gagner beaucoup en sensibilité. Il faut employer une aiguille suspendue librement sans contact avec un liquide. Le premier instrument décrit était un instrument à aiguille cylindrique, les quadrants contigus étant isolés et réunis aux pôles opposés d'une petite pile sèche à l'intérieur de l'aiguille: les quadrants opposés sont ainsi au même potentiel, et à un potentiel différent de l'autre paire de quadrants. Le système est suspendu à l'intérieur d'un tube de verre argenté intérieurement et divisé en quatre parties par de fines lignes longitudinales. Dans un tel instrument l'aiguille et les quadrants sont réciproques, et la déflexion dépend du produit de la différence de potentiel entre les quadrants par la différence de potentiel entre les deux

parties de l'aiguille. La pile sèche n'étant pas constante, on ne peut pas compter sur les indications de l'instrument; mais aussi, mettant les choses au mieux, une pile de Grove donnerait une déflexion de 20 ou 40 millimètres. Le nouveau dispositif est formé d'une aiguille en forme de croix, constituée par une bande de zinc et une bande de platine, par le contact les potentiels sont maintenus sur les deux parties de la lame. On emploie aussi une aiguille en forme de quadrants alternativement zinc-platine, et l'on peut mesurer alors une petite fraction de volt. Le poids du disque n'est que d' $\frac{1}{2}$ de gramme, et l'instrument peut sans inconvénient être tourné sens dessus dessous, on peut le transporter et le mettre dans sa poche. L'auteur montre un autre petit instrument à quadrants de zinc et de cuivre, en le tournant de 90° de manière à le disposer dans une position différente relativement aux deux parties de l'aiguille, on a une déflexion de plusieurs degrés. Au cours de sa communication, M. Boys expose quelques remarques relatives à l'électromètre balistique et au dynamomètre électrostatique Siemens, et montre la possibilité de construire des instruments semblables à ceux qu'il a employés pour servir à élucider quelques points obscurs sur ce qui se rapporte à « l'électricité de contact ». Au cours de la discussion qui suit la communication, M. Boys suggère l'idée de faire des électromètres de très petite capacité en réduisant les quadrants qui entourent l'aiguille-disque à de simples branches de diapason. M. Enright : Note sur l'électrisation due au contact de gaz et des liquides. — M. Arthur Richardson : Note sur la dilatation du chlore par la chaleur.

Erratum : Dans le dernier numéro de la *Revue* (15 Juillet 1891) à la page 462, nous avons dit que M. Lodge préfère attribuer au phénomène de résonance l'épithète de *symphonique* (*symphonizing* or *sympyonic*). Le véritable mot est *syntonique* (*syntonizing* or *syntonitic*).

SOCIÉTÉ ROYALE D'ÉDIMBOURG

Séance du 6 juillet 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Chrystal : Sur une démonstration de la méthode de Lagrange pour la solution des équations linéaires aux différentielles partielles, avec quelques remarques historiques sur les démonstrations défectueuses admises jusqu'ici.

2^{de} SCIENCES PHYSIQUES. — M. John Aitken : Sur les particules solides et liquides dans les nuages. Les observations ont porté sur des cumulus au Righi. Le nombre des particules dans ces nuages est extrêmement variable. Il trouve toujours que le nombre de particules par unité de volume est très grand par rapport à celui des particules qui se trouvent dans l'air clair au voisinage immédiat. La formation de ces nuages est due à des courants ascendants s'élevant dans l'air pur et humide des vallées. Les particules d'eau sont toujours en train de tomber dans les nuages, et une grande partie s'évapore dans l'air chaud qui entoure toujours un corps de dimensions notables, et qui est échauffé par la radiation. La densité d'un nuage paraît dépendre du nombre de gouttelettes d'eau, non des particules de poussière qu'il contient. — Le Professeur Tait lit la cinquième partie de son mémoire sur les fondements de la théorie cinétique des gaz. Il a appliqué l'expression trouvée pour les isothermiques d'un liquide et de sa vapeur au cas de l'oxyde d'éthyle; le résultat s'accorde remarquablement avec l'observation directe. Il montre que, par la méthode de formation de l'équation virielle approchée, aucun terme dépendant des actions internes dans les molécules elles-mêmes ne peut s'introduire quand le nombre des molécules est suffisamment grand. Il discute alors le mécanisme de l'équilibre entre le liquide et la vapeur saturée. — M. Knott : Sur la résistance électrique du cobalt à haute température. Comme la résistance du nickel, celle du cobalt augmente dans un rapport qui croît avec la température. On trouve un maximum de résistance avec le fer et le nickel, ou

n'en a pas trouvé avec le cobalt. — Du même auteur : Sur la position thermo-électrique du cobalt et du bismuth : la ligne du cobalt, sur le diagramme thermo-électrique, coupe celle du nickel à 100°; de la comparaison avec celle du nickel et de la comparaison des propriétés magnétiques de ces métaux, l'auteur déduit que le pouvoir thermo-électrique du bismuth ne sera pas altéré dans les champs magnétiques, quoique la présence de ces champs modifie sa résistance.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. Ewart : Sur les organes des sens latéraux du *Læmargus* et de l'*Acanthias*. — M. Gregory, du British Museum : Sur les Echinoides fossiles maltais et leur corrélation évidente avec les roches de Malte. Diverses espèces nouvelles ont été découvertes à Malte, et quelques espèces connues jusqu'ici en Italie y ont été trouvées.

W. PEDDIE,
Docteur de l'Université.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

(SECTION DE MANCHESTER)

Séance du 18 juin 1891.

M. R. le Neve Foster lit un mémoire sur « les fabricants de produits chimiques et la question de la fumée ». Son mémoire vient à la suite de certains événements qui ont vivement ému les fabricants de produits chimiques dans la ville de Manchester. Il y a, comme l'on sait, une loi (Public Health Act), qui défend sous peine d'amende la production d'une fumée épaisse. Or cette loi n'a guère été appliquée jusqu'ici dans la commune de Clayton, où se trouvent un grand nombre de fabriques de produits chimiques de toute espèce. Mais depuis que cette commune a été incorporée à la ville de Manchester, il y a quelques mois, la municipalité, au moyen de ses agents, a déclaré la guerre contre les fabricants, et prétend ne permettre aucune production de fumée épaisse durant plus d'une minute par demi-heure. Plusieurs procès ont été intentés contre les fabricants qui ont été condamnés par les magistrats. On a interjeté appel, mais les juges civils ont décidé que c'était une affaire de simple police et hors de leur juridiction. Les fabricants de leur côté ont formé une association pour se protéger et pour obtenir les changements nécessaires dans la loi. Ils ont adopté comme condition nécessaire pour devenir membre de l'association que le candidat puisse prouver qu'il ait adopté les meilleurs moyens possibles d'empêcher la production de la fumée, étant données les exigences spéciales de sa fabrication. D'après l'auteur, la municipalité ne tient aucun compte de ces exigences; il y a cependant bien des procédés industriels où il faut alimenter les feux d'une façon intermittente et où il y a, par conséquent, production inévitable de fumée. De plus le critérium que l'on adopte pour démontrer que la production de fumée est excessive est fautif; il faudrait établir le rapport entre la quantité totale de charbon consommé et celle de la fumée produite, et non pas se laisser guider seulement par la teinte plus ou moins sombre de la fumée. C'est d'ailleurs un fait bien connu aujourd'hui que les cheminées, en général mal construites, des maisons particulières en nombre énorme, contribuent bien plus aux impuretés de l'atmosphère de Manchester que les fabriques. Clayton est le quartier le plus sain de Manchester; et cela malgré le fait qu'il reçoit pendant deux tiers de l'année un surplus de fumée venant du reste de Manchester, et qui lui est apportée par les vents dominants. L'auteur termine en recommandant d'une part aux fabricants de faire de leur mieux pour éviter tout reproche, d'autre part à la municipalité de traiter les fabricants d'une façon mieux en harmonie avec l'esprit du Public Health Act de 1875 qu'avec l'interprétation qu'on lui a donnée; il déclare que si l'on n'arrive pas à s'entendre, les fabriques seront forcées de quitter Manchester, qui deviendra une ville morte. — M. Grimshaw dit

qu'avec la consommation énorme de charbon qui se fait à Manchester, il est impossible d'éviter la production de la fumée. — M. Bailey croit que cet état de choses serait amélioré si les inspecteurs étaient des hommes capables de juger si l'émission de la fumée épaisse est inévitable ou non. A l'heure qu'il est, le premier gardien de la paix venu peut porter plainte. — M. Dreyfus fait remarquer que la couleur de la fumée n'est pas un critérium de sa nocuité, et d'après lui, la fumée des maisons particulières est plus nuisible que celle des fabriques. — M. G. E. Davis dit que si l'on taquine ainsi les fabricants, ceux-ci, au lieu de chasser leur fumée par des cheminées très élevées, la dissémineront près du sol; les inspecteurs ne pourront pas alors s'en apercevoir. — Le D^r Simpson croit que l'on devra plutôt s'appliquer à diminuer le mal qu'à en faire l'apologie, et pour cela il suffira d'une entente cordiale entre la municipalité, l'association pour la suppression des vapeurs nuisibles, et les chimistes; il faut de la science et de la bonne volonté pour arriver à un résultat. P. S. HARTOG.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 4 juin 1891

SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. H.-C. Vogel communique quelques expériences qu'il a exécutées pour mesurer la vitesse de Sirius par des observations spectroscopiques en se servant, comme spectre de comparaison, de celui du fer. L'arrangement était fait de telle sorte que le spectre du métal ne traversât pas celui de l'étoile, mais en touchât seulement les bords. On trouva, le 22 mars, que Sirius s'éloigne avec une vitesse de 1,05 m. g. par seconde de la terre, d'où il résulte pour la vitesse de l'étoile vers le soleil à une valeur de 1,96 m. g. Des observations analogues, avec le spectre de l'hydrogène comme spectre de comparaison, donnèrent 1,73 m. g. pour la vitesse vers le soleil. L'avantage du spectre du fer consiste dans le grand nombre des lignes de comparaison. D^r HANS JAHN.

Séance du 11 juin.

SCIENCES NATURELLES. — M. Engler : Mémoire sur la flore alpine de l'Afrique tropicale. Il existe des relations entre cette flore et celle de l'Arabie, des Indes, des côtes de la Méditerranée et de l'Himalaya.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE BERLIN

Séance du 26 juin 1891.

MM. Rubens et Arons ont continué leurs études sur la constante diélectrique de quelques isolateurs, et ont comparé cette dernière avec le coefficient de réfraction pour les ondes de Hertz. Ces observations confirment entièrement la loi de Maxwell. Ils ont trouvé :

Paraffine.....	$\mu = 2,35$; $\sqrt{\mu} = 1,53$; $n = 1,55$
Verre.....	$\mu = 5,37$; $\sqrt{\mu} = 2,32$; $n = 2,31$
Verre.....	$\mu = 5,90$; $\sqrt{\mu} = 2,44$; $n = 2,49$

Les constantes diélectriques ont été mesurées d'après la méthode de Schiller.

La prochaine séance de la Société de Physique se tiendra le 23 octobre prochain. D^r HANS JAHN.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 18 juin 1891.

1^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Stefan Markovits : « Expériences sur le frottement entre l'huile et l'air ». Le principal intérêt de ce mémoire est dans la preuve expérimentale qu'on y trouve de ce fait qu'entre l'air et l'huile en mouvement existe un frottement de même ordre de grandeur que celui qui existe entre l'air et l'eau. Les expériences ont été faites à l'aide de l'appareil qui a été construit par le professeur Lang pour

la démonstration de l'existence et la mesure du frottement entre l'eau et l'air. — Le Professeur Lippmann, de Vienne, présente un travail qu'il a fait en commun avec M. Heissner : « Sur l'action de l'acide iodhydrique sur la quinine et l'isoquinine. »

2^o SCIENCES NATURELLES. — M. J. Jahn : « Sur les pétrifications survenues dans les sables du nord de la Bohême, dans les couches Tépilitzienne et Prédissienne ». L'auteur a étudié la constitution géologique de ces couches et y a trouvé un grand nombre de fossiles pétrifiés : 11 débris de poissons, 15 céphalopodes, 37 gastéropodes, 27 bivalves, 11 brachiopodes, 10 bryozoaires, 10 arthropodes, 12 échinodermes, 16 cœlentérés, 12 porifères et 38 foraminifères. — Le secrétaire donne lecture d'une lettre de M. Gejza Von Bukowski, datée de Biner et racontant son voyage dans la région des lacs du sud-ouest de l'Asie Mineure.

Séance du 2 juillet.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Max Mandl : Sur la théorie des restes biquadratiques. — Jan de Vries : Sur les configurations de l'espace qui peuvent se déduire des polyèdres réguliers. — M. Gustav Kohn : Sur la théorie des formes associées.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Puschl : Sur la manière dont se comportent les vapeurs saturées. — M. Høfer : Etudes sur le pétrole. I. L'hypothèse de Mendeleïeff et l'origine animale du pétrole. Ce mémoire est une discussion critique de l'hypothèse de Mendeleïeff sur l'origine inorganique du pétrole, des arguments en sa faveur et aussi des objections soulevées contre la théorie de l'origine animale. — M. Theodor Gross, de Berlin, envoie la note suivante à ajouter à ses communications antérieures sur le soufre. Le sulfate de fer est fondu mélangé avec de l'hydrate et du carbonate de potassium dans une capsule d'argent, et on chauffe le mélange quelque temps, après y avoir ajouté du chlorate et du nitrate de potassium. Le corps fondu est traité par l'eau, la solution décantée et le résidu versé dans de l'acide chlorhydrique. De cette solution, on précipite le fer par de l'ammoniaque en excès; on filtre, on essaie encore l'action de l'ammoniaque sur le fer; on la neutralise par de l'acide chlorhydrique et on la traite par un grand excès d'hydrate de potassium et de sulfate d'ammonium. Il se forme un précipité noir, qui se sépare beaucoup mieux quand le liquide contient beaucoup d'hydrate de potassium libre. Le précipité est séché sur un filtre où il forme des morceaux compacts. On les broie dans une capsule de porcelaine en une poudre noire dure, qui dans l'appareil à réduction à hydrogène brillait fortement; mais elle restait sans se fondre et ne changeait pas de couleur. Le poids spécifique était de 64 grammes par 30 grammes de sulfate de fer, c'est-à-dire 11 % en gros du soufre contenu dans le sulfate, quand celui-ci renferme 7 H₂O. Les réactions de ce corps sont les suivantes : L'acide nitrique fort et l'eau régale n'agissent pas sur ce corps même à la température de fusion, ce en quoi il se distingue de toutes les autres substances qui peuvent être précipitées comme ce corps par H₂ S. Chauffé et fondu avec du chlorate de potassium, il reste inaltéré. Fondu à haute température avec de l'hydrate de potassium au creuset d'argent, il donne dans l'acide nitrique étendu de faibles traces de solution. La substance décrite précédemment et désignée par γ est semblable à la substance β mais ne lui est pas identique. — M. Lieben : Sur la distillation sèche des sels d'argent des acides organiques.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. Schmarda : genres et espèces de la famille *Phytophila*. — M. Adamkiewicz : Sur les réductions des carcinomes et leur importance. — M. Lichtnecker : Vues et arguments sur la thèse de la théorie de la descendance, surtout sur la théorie de la sélection de Darwin.

Emile WEYR,
Membre de l'Académie.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

L'ÉVAPORATION ÉLECTRIQUE ¹

Il est bien connu que lorsqu'un tube vide est muni d'électrodes de platine, le verre adjacent se noircit rapidement au voisinage du pôle négatif. Cela est dû au dépôt du platine. Le passage du courant d'induction stimule grandement le mouvement du résidu des molécules gazeuses; celles qui sont condensées sur le pôle négatif ou dans son voisinage immédiat, sont projetées avec une grande vitesse en lignes presque droites, la rapidité variant en raison du degré d'épuisement du tube et aussi de l'intensité du courant d'induction. Le platine étant employé pour le pôle négatif, non seulement les molécules gazeuses sont projetées de l'électrode, mais de plus le passage du courant affecte le mouvement moléculaire normal du métal au point d'éloigner quelques molécules de la sphère d'attraction de la masse, ce qui les entraîne en dehors du courant des molécules gazeuses provenant du pôle négatif, et les fixe aux objets voisins. Cette propriété fut, je crois, démontrée pour la première fois par le Dr Wright, de Yale College; il décrit quelques-unes de ses intéressantes expériences dans *The American Journal of Science and Arts* ². Ce procédé a été souvent employé pour la production des petits miroirs destinés aux appareils de physique.

Cette volatilisation ou évaporation électrique est presque semblable à l'évaporation ordinaire, cau-

sée par la chaleur. La cohésion des solides varie selon leur constitution physique et chimique; aussi chaque espèce de matière solide demande à être élevée à une certaine température avant que ses molécules perdent la fixité de leur position et soient rendues liquides, résultat obtenu pour les divers corps à des températures très différentes.

Si nous considérons un liquide à la pression atmosphérique — par exemple, une cuvette d'eau dans une chambre ouverte, — aux distances moléculaires la surface limitrophe entre le liquide et le gaz superposé ne sera pas plane, mais agitée comme une mer orageuse. A la surface du liquide les molécules bondissent, çà et là, rejaillissent de leurs voisines et s'élancent dans toutes les directions. Leur vitesse initiale peut être accélérée ou retardée suivant la direction de la force qui les pousse. Si une molécule du liquide a été dirigée vers un angle avec une vitesse insuffisante pour la conduire au delà du rang de l'attraction moléculaire du liquide, elle peut s'échapper, parce que, dans son excursion montante, une molécule gazeuse peut la frapper dans la bonne direction, et sa visite temporaire peut la conduire à un état permanent.

La vitesse propre des molécules est augmentée par la chaleur et diminuée par le froid. Si, pour cette raison, nous élevons la température de l'eau sans augmenter sensiblement celle de l'air environnant, les excursions des molécules du liquide sont rendues plus longues et la force impulsive plus grande, et ainsi l'échappement des molécules dans la région supérieure du gaz s'accroît; nous disons alors que l'évaporation est augmentée.

¹ Cet important travail a été présenté le 11 juin 1891 à la Société royale de Londres. Voyez à ce sujet la *Revue* du 30 juin 1891, page 430.

² 3^e série, vol. 12 p. 49. Janvier, 1877, et vol. 14, p. 169, septembre, 1877.

Quel que soit, indépendamment de l'élévation de température, le moyen employé pour accroître la vitesse initiale des molécules liquides, et précipiter leur sortie sous forme de gaz, le résultat peut être nommé « évaporation » comme si, pour la produire, on avait eu recours à la chaleur.

Jusqu'ici j'ai seulement considéré le cas d'un liquide s'évaporant en gaz; mais le même raisonnement peut également s'appliquer à un corps solide. Mais, tandis qu'un corps solide comme le platine demande une chaleur intense pour permettre à sa couche supérieure de molécules de passer au delà de la sphère d'attraction des molécules voisines, l'expérience montre qu'un très petit apport d'électricité négative ajoute assez d'énergie pour que la couche des molécules métalliques s'élance au delà du pouvoir attractif du reste du métal.

Si un milieu gazeux existe entre le liquide ou le solide, il empêche à un certain degré les molécules de s'échapper. Ainsi, — ordinaire ou électrique — l'évaporation est plus rapide dans le vide que sous la pression atmosphérique normale.

J'ai fait récemment les expériences suivantes sur l'évaporation de différentes substances sous l'influence de la pression électrique.

I

Evaporation de l'eau. — Deux légers plats de porcelaines furent remplis d'eau acidulée et équilibrés sur les plateaux d'une balance très sensible. Dans chaque plat plongeait un fil de platine touchant le liquide, mais non le plat; l'un de ces fils était en rapport avec une bobine d'induction; l'autre était isolé. La balance fut abandonnée à son mouvement; mais elle ne bougea pas, l'aiguille restant au centre. L'eau en rapport avec la bobine fut d'abord rendue positive. Après 1 h. 3/4 il n'y avait presque aucune différence entre le poids de l'eau isolée et celle qui était chargée par le courant positif.

L'équilibre étant rétabli, le courant fut renversé, le courant négatif restant sur le plat pendant deux heures. Au bout de ce temps l'eau électrisée était décidément la plus légère. Après avoir encore rétabli l'équilibre, l'électrisation des plats fut renversée, c'est-à-dire que celui qui avait été isolé le premier fut rendu négatif, et l'autre fut isolé. En une heure l'eau électrisée était plus légère que l'eau isolée. L'expérience a été faite dans une chambre à température uniforme, maintenue à l'abri des courants d'air par le globe de verre de la balance.

Dans une autre expérience, les quantités furent pesées, et il fut trouvé que l'eau négativement électrisée avait perdu, en 1 h. 1/2, 1/1000 de son poids de plus que l'eau isolée.

Cette expérience montre que l'influence troublante qui

aide l'évaporation est particulière au pôle négatif, même sous la pression normale de l'atmosphère.

Le cadmium fut expérimenté ensuite.

Évaporation du cadmium. — Si la sortie du métal du pôle négatif est semblable à l'évaporation ou à la volatilisation, l'opération doit être accélérée par la chaleur.

Un tube fut fait comme le montre la figure 1. A et B sont les pôles de platine soudés dans le

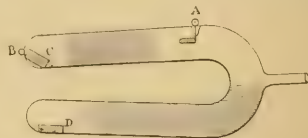


Fig. 1.

verre. C et D sont deux blocs de cadmium métallique de même volume et de même poids. Le bloc C est en contact avec le pôle B, qui fut toujours conservé négatif dans l'expérience, le pôle A étant positif.

Lorsque l'épuisement du gaz fut tel que le courant donnât sur le verre des phosphorescences vertes, la chaleur fut appliquée simultanément aux deux extrémités du tube en U, au moyen d'un bec de gaz et d'un bain d'air, de sorte que chaque morceau de cadmium était à la même température que l'autre. Le courant fut alors appliqué et conservé pendant environ une heure, et je remarquai qu'aucun métal ne se déposa dans le voisinage du pôle positif. La partie supérieure de cette branche du tube était parfaitement propre, tandis que la partie symétrique de l'autre branche du tube, n'ayant pas d'électrodes, était recouverte d'une épaisse couche métallique, comme le montre le dessin. Comme la température était haute, le métal avait distillé des deux blocs; il n'y avait donc aucune différence visible dans la somme du dépôt dû à chacun d'eux. Il est évident que, pour rendre l'action électrique plus visible, la température devrait être maintenue au-dessous du point normal de volatilisation.

Dans l'expérience suivante un tube exactement semblable fut employé; le vide était tel que la phosphorescence verte du verre fût très apparente; la température fut maintenue juste au-dessous du point de fusion du cadmium, et le courant passa pendant une heure. En examinant le tube au bout de ce temps-là, il apparut tel que le représente la figure 2. Un dépôt considérable s'était fait à l'extrémité du tube près du pôle négatif; l'espace autour du pôle positif était clair, tandis que dans la branche du tube où l'électricité n'avait pas passé, on ne voyait qu'un très léger dépôt de métal, comme le montre la figure.

Dans cette expérience la température avait été maintenue au-dessous du point de fusion. Si nous n'avions pas appliqué l'électricité, il y aurait eu très peu d'évaporation, sinon aucune. L'étendue

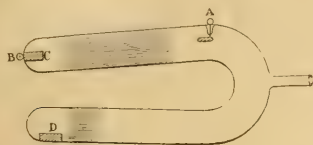


Fig. 2.

des oscillations moléculaires était augmentée par l'élévation de la température, mais insuffisamment pour permettre à de nombreuses molécules de passer au-delà de la sphère d'attraction de la masse. Lorsqu'au contraire, le courant passait, les oscillations étaient suffisamment augmentées pour conduire quelques molécules au delà de leurs sphères d'attraction et de là dans les espaces supérieurs vides. Comme dans l'expérience de l'eau, cela arriva seulement au pôle négatif. Il semblerait que, même après avoir été retiré du reste de la masse, le courant qui précipite les molécules gazeuses est nécessaire pour conduire ailleurs les molécules métalliques, et, comme je le montrerai tout à l'heure, même alors elles disparaissent rapidement de la file et se déposent sur les parois du tube.

Un autre tube fut construit comme le montre la figure 3. A, B, C, D étaient des fils de platine

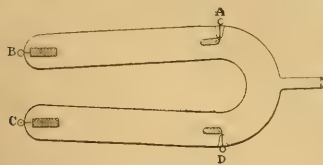


Fig. 3.

soudés dans le verre; en A et D des pôles d'aluminium recouvraient les fils de platine. Aux extrémités du tube, et touchant les pôles B et C, étaient placés deux morceaux de cadmium de même grandeur et de même forme. Le tube fut amené jusqu'au point phosphorescent, et le courant fut dirigé dessus, C étant rendu négatif et D positif. La chaleur ne fut pas appliquée. Le courant fut conservé ainsi pendant à peu près une demi-



Fig. 4.

heure, jusqu'au moment où un bon dépôt de métal restait sur le verre, comme l'indique la figure 4.

Le verre, près du pôle C, était couvert de métal, tandis que le verre entourant le pôle D était clair. La limite extérieure de l'espace sombre pendant l'expérience est représentée par la ligne pointée *ef*.

Le pôle B fut ensuite rendu positif et le pôle A négatif, et le courant fut de nouveau conservé pendant une demi-heure. Au bout de ce temps, le seul effet produit, fut un léger obscurcissement autour du morceau de cadmium, mais beaucoup plus faible, comme le montre la figure 5. Cet effet est



Fig. 5.

dû sans doute à un léger coulage de la décharge négative, provenant du pôle positif. L'expérience montre que l'électrisation positive n'aide pas sensiblement le métal à se volatiliser.

Dans ces expériences, on ne fit aucune estimation du poids du métal déplacé, ni du cadmium déposé sur les fils de platine qui étaient soudés dans le verre.

Dans le but d'arriver à apprécier la quantité déposée, et aussi pour éliminer tout effet de dérangement causé par la chaleur, au point de contact indifférent, j'instituai les expériences suivantes :

Le tube en U, que représente la figure 6, portait

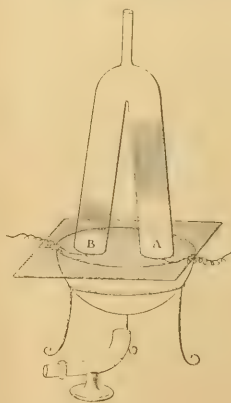


Fig. 6.

un pôle de platine soudé à chacune de ses extrémités. Six grains de cadmium pur furent placés dans chaque branche et fondus autour du fil de platine. Les extrémités du tube furent alors placées dans un bain d'air, et maintenues à une température de 200° C. pendant la durée de l'expérience¹. L'absorption resta à $0^{\text{mm}}00076$. Le courant d'in-

¹ Le cadmium fond à 320° et bout à 860° .

duction fut maintenu pendant trente-cinq minutes, le pôle A étant négatif et le pôle B positif. Au bout de ce temps, la plus grande partie du cadmium avait disparu du pôle négatif, laissant clair le fil de platine, aucun dépôt de métal n'étant auprès, et les molécules paraissant avoir été projetées à une distance d'environ $\frac{3}{4}$ de pouce.

L'apparence du pôle positif était bien différente; le cadmium n'avait presque pas été volatilisé et le métal condensé était venu tout près du pôle. Le tube fut ouvert et les restes des fils et du métal furent pesés. Le cadmium, qui était alors loin des pôles, fut dissous dans une solution acide; le résidu fut alors lavé, séché, et pesé :

	Pôle positif	Pôle négatif
Poids primitif du cadmium...	68 ^{rs}	68 ^{rs}
Cadmium restant sur le pôle.	3, 65	0, 25
Cadmium volatilisé en 35 min.	2, 35	5, 75

La différence entre les quantités de cadmium chassées des deux pôles se trouvant ainsi affirmée,

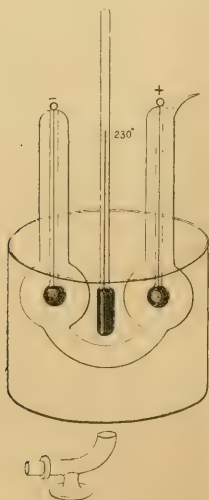


Fig. 7.

une autre expérience fut faite dans un tube arrangé de façon à peser facilement le métal avant et après l'expérience. La figure 7 représente l'appareil. Un tube en U fut soufflé, ayant une boule dans chaque branche. Les pôles de platine étaient, comme auparavant, à chaque extrémité des branches, et dans chaque boule se trouvait suspendu à un crochet de platine un petit morceau de cadmium, le métal ayant été fondu sur le fil. Chacun des fils fut pesé avec et sans le cadmium. La partie

inférieure du tube fut enfermée dans un vase de métal contenant de la paraffine : la température fut maintenue à 230° C. pendant la durée de l'expérience. Un dépôt se fit presque immédiatement autour du pôle négatif, et en cinq minutes la boule le surmontant devint opaque par suite du dépôt métallique. Le pôle positif avec son entourage lumineux put être facilement observé tout le temps.

Après trente-cinq minutes l'expérience fut terminée, et, lorsque tout fut refroidi, le tube fut ouvert et les fils pesés de nouveaux. Voici les résultats :

	Pôle positif	Pôle négatif
Poids du cadmium à l'origine.	98 ^{rs} 34	98 ^{rs} 38
Poids après l'expérience.....	9, 25	1, 86
Cadmium volatilisé en 30 min.	08 ^{rs} 09	78 ^{rs} 52

Trouvant que le cadmium se volatilisait si facilement sous l'action du courant d'induction, une grande quantité, — environ 350 grammes du métal pur, — fut soudée dans un tube, comme le montre la figure 8; l'extrémité du tube contenant le métal fut chauffée juste un peu au-dessus du point de fusion; le métal fondu étant le pôle négatif, en quelques heures la quantité entière était volatilisée et condensée en une couche épaisse sur

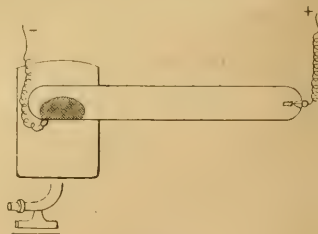


Fig. 8.

l'extrémité la plus éloignée du tube près du pôle positif, mais ne le touchant pas.

Volatilisation de l'argent. — L'expérience suivante fut faite sur l'argent. L'appareil était semblable à celui employé pour le cadmium (fig. 7). De petites balles d'argent pur furent fondues à l'extrémité de fils de platine et suspendues dans les boules de verre. Les fils de platine étaient protégés par des tubes de verre, de sorte que les balles d'argent étaient seules exposées.

L'appareil entier fut enfermé dans une boîte de métal, garnie intérieurement de mica, et la température fut maintenue aussi haute que le permettait le verre sans se fondre. Le vide fut amené à un espace sombre de 3 millimètres et le courant

conservé pendant 1 h. 1/2. Le poids de l'argent avant et après l'expérience fut :

	Pôle positif	Pôle négatif
Poids de l'argent au début....	185 ^{rs} 14	248 ^{rs} 63
Poids après l'expérience.....	18, 13	24, 44
Argent volatilisé en 1 h. 1/2.	067 ^{rs} 01	068 ^{rs} 19

Ayant trouvé que l'argent se volatilisait facilement au pôle négatif dans un bon vide, j'instituai des expériences pour examiner si les molécules de métal projetées du pôle contribuaient à produire la phosphorescence. Un appareil de verre fut construit comme le montre la figure 9. Une boule en poire de verre allemand a, près de sa petite extrémité à l'intérieur, un pôle négatif concave, A, d'argent pur, monté de telle sorte que son image renversée soit projetée sur l'extrémité opposée du tube. A l'intérieur du tube se place un écran de mica C, ayant un petit trou au centre, de sorte qu'un mince rayon émané du pôle d'argent puisse passer à tra-

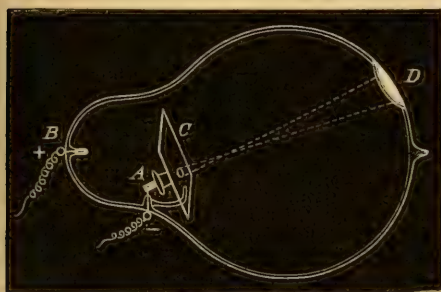


Fig. 9.

vers, formant ainsi un point phosphorescent D, à l'extrémité de la boule. L'épuisement fut porté à un degré très élevé, 0^{mm} 00068. Le courant d'une bobine d'induction passa pendant quelques heures, le pôle d'argent étant négatif, de façon à enlever une certaine portion de l'électrode d'argent. En examinant de nouveau, je trouvai que tout l'argent était déposé dans le voisinage immédiat du pôle, tandis qu'à l'extrémité du tube le point D, qui avait constamment brillé d'une lumière phosphorescente, était sensiblement exempt d'argent.

Un autre tube fut ensuite préparé (fig. 10) portant deux pôles négatifs liés ensemble, A, A', placés de façon à projeter deux points lumineux sur le verre phosphorescent du tube. L'une des électrodes, A', était d'argent, métal volatil; tandis que l'autre A, était d'aluminium, en pratique non volatil. En attachant les deux pôles négatifs, A, A', à l'un des bouts de la bobine, et le pôle positif, B, à l'autre extrémité, il fut observé, dans le cours d'une demie-heure, qu'une quantité considérable de métal avait été projetée du pôle négatif d'ar-

gent, tandis qu'il n'y avait eu aucune projection de la surface métallique du pôle positif d'aluminium. Cependant, tout le temps de l'expérience les deux points phosphorescents, C, C', avaient brillé avec

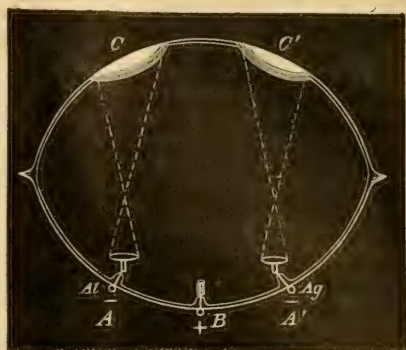


Fig. 10.

la même intensité, montrant par là que l'agent actif de la phosphorescence était constitué non par les molécules du solide projetées des pôles, mais bien par le résidu des parcelles gazeuses, ou « matière radiante ».

Dans les tubes construits jusqu'à présent pour contenir l'argent, il n'a pas été facile d'observer le spectre du pôle négatif, provenant de la rapidité avec laquelle le dépôt obscurcit le verre.

Un tube spécial du modèle suivant (fig. 11) fut

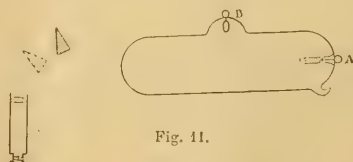


Fig. 11.

alors imaginé. Le pôle d'argent, A, fut attaché au pôle de platine à l'une des extrémités du tube; B, le pôle positif d'aluminium, était sur le côté. L'extrémité du tube opposée au pôle d'argent était arrondie; le spectroscopie fut placé de manière à observer la lumière de l'argent se volatilisant « tout droit », comme le montre la figure. De cette façon, le dépôt d'argent n'offrait aucun obstacle à la lumière, aucun dépôt n'étant formé, sauf sur les côtés du tube entourant l'argent.

Au vide donnant un espace sombre correspondant à environ 3 milligrammes de l'argent, on pouvait voir un éclat blanc verdâtre autour du métal. Ce feu donnait un sceptre très brillant. L'étincelle des pôles d'argent fut amenée dans le même rayon visuel, que l'éclat du vide au moyen d'un prisme à angle

droit attaché au spectroscope; les deux spectres furent comparés. Les deux grosses lignes vertes de l'argent étaient visibles dans chaque spectre; la mesure prise de leurs positions était de 3344 et 3675, nombres qui se rapprochent tellement des nombres de Thalen qu'ils ne laissent aucun doute que ce sont des lignes de l'argent. A une pression donnant un espace obscur de 2 milligrammes, le spectre était très brillant et consistait principalement dans les deux lignes vertes et les lignes vertes et rouges de l'hydrogène. L'introduction d'une bouteille de Leyde dans le circuit n'augmente pas sensiblement l'éclat des lignes; mais il fait ressortir l'éclat bien connu des lignes de l'air. A cette pression peu d'argent s'échappe du pôle. A un plus grand vide, le cercle lumineux autour du pôle d'argent s'amointrit et les lignes vertes s'évanouissent.

A un vide poussé à environ un millionième d'atmosphère, l'éclat lumineux est faible, le pôle d'argent a l'apparence d'un fer rouge, et la volatilisation du métal se fait rapidement ¹.

Si, pour l'électrode négative, on employait un alliage au lieu d'un métal pur comme l'argent et le cadmium, les différents agents qui le composeraient pourraient être lancés dans des directions différentes et déterminer ainsi une séparation électrique — une espèce de distillation fractionnée. Une extrémité négative fut faite en laiton, et soumise à la décharge électrique *in vacuo*; le dépôt obtenu présentait seulement la couleur du lait; en examinant le dépôt chimiquement, je n'ai pu découvrir aucune séparation dans ses composés, le cuivre et le zinc.

II

Revenons aux analogies avec l'évaporation des liquides. Prenez des liquides ayant des points d'ébullition différents; mettez-les sous la même pression et appliquez la même somme de chaleur à chacun; la quantité passant de l'état liquide à l'état

¹ Comme dans l'action produisant la volatilisation, la « chaleur » est concentrée seulement sur les couches superficielles des molécules. Le métal prend ou perd instantanément cette apparence de fer rouge suivant la direction du courant, montrant que, si l'apparence de chaleur est vraiment due à une élévation de température, elle ne pénètre pas beaucoup au-dessous de la surface. L'excès d'activité des molécules métalliques nécessaire pour les volatiliser, est, dans ces expériences, limité à la surface seule, ou bien la quantité entière s'évaporerait à la fois, comme lorsqu'un fil métallique est enflammé par la décharge d'une puissante bouteille de Leyde. Quand cet excès d'activité est produit par la chaleur artificielle, l'un de ses effets est l'émission d'une lumière rouge; de sorte qu'il n'est pas invraisemblable de penser que lorsque l'excès d'activité est produit par l'électricité, l'émission de lumière rouge devrait accompagner aussi la séparation des molécules de la masse. En la comparant à l'électricité, la chaleur est un agent ruineux pour produire la volatilisation, puisque la masse entière doit être élevée à la température requise pour produire une action à la surface seulement; or l'électrisation ne semble pas pénétrer beaucoup au-dessous de la surface.

gazeux différera grandement dans chaque cas.

Il était intéressant d'essayer une expérience parallèle avec des métaux, pour trouver dans les mêmes conditions de température leur volatilité comparative et l'influence de l'électricité sur ce phénomène. Il fallait prendre un métal comme terme de comparaison; je choisis l'or, sa volatilité électrique étant grande, et sa préparation à l'état pur facile.

Un appareil fut construit comme le montre la figure 12. C'est en principe un tube vide avec quatre

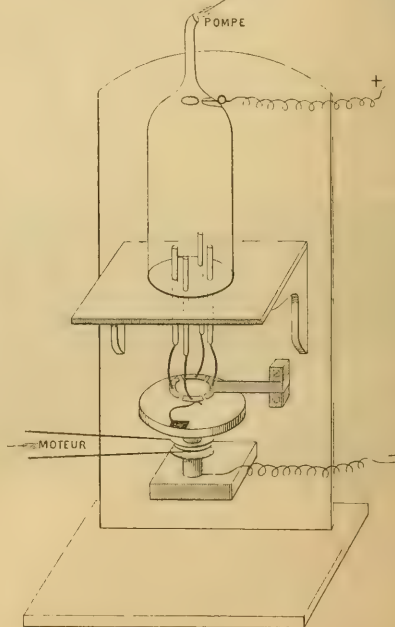


Fig. 12.

pôles négatifs à une seule extrémité et un seul pôle positif à l'autre. Au moyen d'un commutateur tournant je pus établir le contact électrique avec chacun des quatre pôles pendant la même durée (environ 6 secondes); dans ces conditions les variations de l'énergie affectent chaque métal de la même manière, pendant la durée de l'expérience, qui est de quelques heures.

Les différents métaux employés comme pôles négatifs offraient même surface active, parce qu'on avait eu soin de les faire passer à force par un même orifice circulaire pratiqué au travers d'une feuille de platine, et qu'on les avait mesurés pour leur donner une longueur égale. La dimension employée fut de 8 millimètres en diamètre, et 20 millimètres en longueur.

De l'or métallique, fut employé comme témoin dans chaque expérience. Le même appareil me permit donc de comparer chaque fois trois métaux. La durée du temps pendant lequel le courant traversa le commutateur tournant fut de huit heures dans chaque expérience, ce qui donne ainsi deux heures d'électrisation pour chacune des quatre électrodes négatives. La pression fut telle qu'elle donna un espace obscur de 6 millimètres.

Les métaux fusibles comme l'étain, le cadmium et le plomb mis dans l'appareil sous forme de fils sont promptement dissous. Pour échapper à cette difficulté un pôle spécial fut inventé. Au fond de plusieurs tubes de porcelaine de 9 millimètres de diamètre, fut fixé un fil de fer de 8 millimètres de diamètre, dépassant d'environ 3 millimètres dessous. Les tubes étaient alors remplis jusqu'au bord du métal à essayer, et fixés dans l'appareil exactement de la même manière que les fils l'avaient été. Le diamètre intérieur des tubes pris au bord était de 7 millimètres; le métal négatif rempli à ras fut ainsi formé d'un disque de 7 millimètres de diamètre. Le pôle d'or, terme de comparaison, fut traité de la même manière; les nombres obtenus pour les métaux fusibles peuvent donc être comparés à l'or.

Le tableau suivant résume ces résultats, la volatilité de l'or étant égale à 100 :

Palladium.....	108.00
Or.....	100.00
Argent.....	82.68
Plomb.....	75.01
Etain.....	56.96
Laiton.....	51.58
Platine.....	44.00
Cuivre.....	40.24
Cadmium.....	31.99
Nickel.....	10.99
Iridium.....	10.49
Fer.....	5.50

Dans cette expérience des surfaces égales de chaque métal furent exposées au courant. En divisant les nombres ainsi obtenus par la gravité spécifique du métal, on obtient l'ordre suivant :

Palladium.....	9.00
Argent.....	7.88
Etain.....	7.76
Plomb.....	6.61
Or.....	5.18
Cadmium.....	3.72
Cuivre.....	2.52
Platine.....	2.02
Nickel.....	1.29
Fer.....	0.71
Iridium.....	0.47

Dans ces circonstances l'aluminium et le magnésium semblent non volatils en pratique.

L'ordre des métaux dans le tableau montre tout

de suite que la volatilité électrique à l'état solide ne correspond pas à l'ordre des points de fusion, des poids atomiques, ou de n'importe quel autre point constant. L'expérience fut répétée avec quelques-uns des métaux typiques, et les nombres obtenus n'ont pas différé sensiblement de ceux donnés ci-dessus, démontrant ainsi que l'ordre n'est probablement pas faux.

On voit dans le tableau ci-dessus que la volatilité électrique de l'argent est élevée, tandis que celle du cadmium est basse. Dans les deux premières expériences, où l'argent et le cadmium furent employés, l'électrode négative de cadmium avait en 30 minutes perdu 7 grs. 152, tandis que l'électrode négative d'argent n'avait perdu en 1 h. 1/2 que 0 gr. 19. Cette contradiction apparente est facilement expliquée par le fait (noté déjà dans le cas du cadmium) que le maximum d'évaporation, dû à un trouble électrique, a lieu lorsque le métal est au point de liquéfaction ou au voisinage. S'il était possible de former un pôle négatif *in vacuo* d'argent fondu, alors la quantité volatilisée dans un certain temps serait probablement très supérieure à celle du cadmium.

L'or s'étant montré facilement volatil sous l'influence du courant électrique, une expérience fut faite en vue de produire une plus grande quantité du métal volatilisé. Un tube, ayant à une extrémité un pôle négatif composé d'un poids de fils d'or pur, et un pôle d'aluminium à l'autre extrémité, fut épuisé et le courant de la bobine d'induction dirigé dessus, rendant la brosse d'or négative; je trouvai que la résistance augmentait considérablement à mesure que les parois se couvraient de métal, de telle sorte que pour permettre au courant de passer, il fallait introduire de l'air au bout d'un instant, en abaissant la jauge de 1/2 millimètre.

Le poids de la brosse avant l'expérience était de 35 grs. 4910. Le courant d'induction fut maintenu sur le tube pendant 14 h. 1/2; au bout de ce temps le tube fut ouvert et la brosse retirée. Elle pesait alors 32 grs. 5613, indiquant une perte de 2 grs. 9327. On chauffa légèrement et alors le dépôt nuageux de l'or peut être facilement retiré des parois du tube sous la forme d'une feuille très brillante. Après la volatilisation électrique le résidu du morceau d'or fut examiné au microscope: il occupait 1/4 de la lamelle de verre, son aspect rappelait un dépôt électrolytique, il était pointillé d'un grand nombre de petites cavités.

Cette expérience sur la volatilisation de l'or ayant produit de bonnes membranes cohérentes de ce métal, une autre expérience fut essayée en employant une brosse de platine comme électrode négative. En se reportant au tableau, on voit que

la volatilité électrique du platine est beaucoup plus basse que celle de l'or; je pensai néanmoins qu'en prenant plus de temps, une quantité de métal suffisante pour être recueillie hors du tube pourrait être volatilisée.

Le vide fut poussé dans le tube au point de donner un espace obscur de 6 millimètres. Je trouvai, comme pour l'or, que lorsque le métal se déposait sur le verre, la résistance augmentait rapidement, mais à un degré plus marqué. Le gaz restant dans le tube semblait absorbé à mesure que le dépôt augmentait. Pour réduire le vide, il fut nécessaire d'introduire un peu d'air, environ toutes les 30 minutes. Cela semble montrer que le platine était déposé sous forme poreuse avec grand pouvoir de condenser le résidu gazeux.

Si l'on chauffait le tube lorsque de cette manière il était impuissant à conduire, il laissait cependant un passage de gaz suffisant pour diminuer la jauge de la pompe de 4 millimètre, et pour réduire le vide de façon à donner un espace obscur d'environ 3 millimètres. Ce gaz ne fut pas réabsorbé pendant le refroidissement; mais le courant passant encore pendant 10 minutes, le tube refusa encore de conduire, par suite de l'absorption. Le tube fut de nouveau chauffé: mais il y eut dégagement de gaz

beaucoup moindre qu'avant, et cette fois le tout fut réabsorbé pendant le refroidissement.

Le courant fut maintenu dans ce tube pendant 25 heures; il fut ensuite ouvert, mais je n'ai pu recueillir le dépôt que par petits morceaux: il était fragile et poreux.

En pesant la brosse qui avait servi de pôle négatif, j'obtins les résultats suivants:

	Grains
Poids en platine avant l'expérience.....	10,1940
— après l'expérience.....	8,1570
Perte par la volatilisalion en 25 heures.....	2,0370

Une autre expérience, semblable à celle de l'or et du platine, fut faite, mais en employant l'argent comme pôle négatif, le métal pur étant formé d'une brosse de fils fins. Moins de gaz fut introduit au cours de cette expérience que précédemment dans le cas du platine. L'argent se comporta comme l'or; le dépôt du métal fut léger, et le vide fut maintenu à un espace obscur de 6 millimètres par l'admission occasionnelle d'un courant d'air. En 20 heures presque 3 grains d'argent furent volatilisés. Le dépôt d'argent fut détaché du verre sans difficulté sous forme de feuilles brillantes.

W. Crookes,

De la Société royale de Londres.

L'IRRITABILITÉ DES SPERMATOZOAIRES

ET LES CAUSES DE LEUR PÉNÉTRATION DANS L'ŒUF

Les manifestations vitales que présente un organisme quelconque peuvent être rangées en trois catégories. A la première catégorie se rattachent tous les actes qui déterminent ou influencent directement l'échange de matière pondérable entre l'être vivant et le milieu qui l'entoure; ces actes assurent la *nutrition* de l'organisme; ils consistent essentiellement en réactions chimiques. A la deuxième catégorie appartiennent toutes les opérations qui mettent l'être vivant en relation soit avec le monde extérieur, soit avec son propre milieu intérieur, tout ce qui concourt à lui révéler ce qui se passe en lui et hors de lui; l'ensemble de ces manifestations est basé sur une propriété fondamentale, l'*irritabilité*, dont la mise en jeu dépend surtout de phénomènes physiques. Enfin, une troisième catégorie comprend les manifestations vitales qui ont pour objet la *reproduction*.

De ces trois fonctions, les deux premières sont absolument nécessaires pour la conservation de l'individu. Que l'une d'elles vienne à disparaître, par ce fait même l'autre sera suspendue. Si les

réactions chimiques qui sont la base de la nutrition ne se produisent plus, le dégagement de force cessera aussitôt et en supposant même que l'organisme puisse encore sentir, il ne sera certainement plus capable de réagir. Inversement, si l'irritabilité est anéantie, si l'organisme n'a plus conscience ni de lui-même, ni du monde extérieur, tous les échanges nutritifs seront également enrayés.

Lorsqu'une excitation appropriée, qu'elle soit externe ou interne, agit sur une cellule vivante placée dans des conditions normales d'existence, elle donne lieu à une manifestation toujours identique. Par exemple, la Pholade dactyle rétracte son siphon chaque fois qu'on modifie brusquement l'intensité de la lumière incidente.¹ Aussi longtemps que les autres conditions de milieu restent les mêmes, on constate qu'une modification donnée amène toujours la même rétraction. Ce mouvement est tout aussi fatal que le dégagement d'anhydride

¹ R. DUBOIS, *Nouvelle théorie du mécanisme des sensations lumineuses*. N° du 15 avril 1890 de cette Revue.

carbonique qui s'opère lorsqu'on verse un acide sur un carbonate. Mais s'il est vrai qu'à une excitation répond toujours une réaction, on peut affirmer avec la même certitude la proposition inverse : pour qu'une manifestation vitale se produise il faut qu'elle ait été provoquée par une excitation préalable; la spontanéité n'existe pas.

Les causes qui provoquent des réactions de la part des êtres vivants sont nombreuses et variées : telles sont la lumière, l'électricité, la chaleur, la pesanteur ou bien encore les vibrations sonores, la pression, les propriétés chimiques des corps, le degré de concentration des solutions, etc. Un de ces excitants, pris isolément, n'agit pas nécessairement sur tous les organismes. Ainsi, les vibrations sonores qui sont perçues par la plupart des animaux, n'ont aucun effet appréciable sur les plantes ou sur les organismes inférieurs.

1

Les fonctions qui ont pour objet la conservation



Fig. 1. — Conjugaison chez le *Mesocarpus parvulus*. — 1. Les deux corps protoplasmiques cheminant l'un vers l'autre et se fusionnant dans le conduit de conjugaison des deux cellules en présence. — 2. L'œuf entièrement formé et entouré d'une membrane solide. Il reste entre les deux filaments (d'après de Bary).

de l'espèce ne peuvent s'accomplir qu'avec la coo-

pération de la nutrition et de l'irritabilité. Parmi les actes fonctionnels qui assurent la reproduction, il en est un qui a été très peu étudié jusqu'à présent et qui est pourtant d'un intérêt capital au point de vue du but à atteindre : nous voulons parler de l'irritabilité des éléments mâles et en particulier des spermatozoaires. Ceux-ci ont d'ordinaire à franchir une distance considérable avant d'arriver au contact de l'œuf. Leur irritabilité peut seule les guider dans ce trajet.

Chez les organismes les plus inférieurs la reproduction proprement dite manque souvent. Ils ne présentent jamais la fusion de deux cellules. La conservation de l'espèce repose uniquement sur la multiplication agame. Chez d'autres, on voit apparaître, à un moment donné de leur existence, des cellules destinées à se conjuguer deux à deux. Mais ces éléments reproducteurs ou gamètes sont égaux. On ne peut pas distinguer parmi eux des gamètes mâles et des gamètes femelles. Ainsi, chez certaines algues, telles que les *Mesocarpus* (fig. 1), deux cellules appartenant à des filaments voisins poussent chacune une protubérance; les deux saillies qui en résultent se dirigent l'une vers l'autre. Lorsqu'elles se touchent, la cloison intermédiaire qui les sépare se détruit et les deux corps protoplasmiques se fusionnent; l'œuf est formé. Les deux cellules qui sont venues se confondre pour constituer un œuf fécondé ont fait chacune la moitié du chemin.

Dans un genre voisin la *Spirogyra* (fig. 2, c.), l'un des corps protoplasmiques reste en place et l'autre vient le rejoindre après avoir parcouru à lui seul la distance qui sépare les deux cellules. Dès ce moment un premier pas est accompli vers la différenciation sexuelle. Par analogie avec ce que l'on constate chez les organismes plus élevés de la série, on peut appeler femelle la cellule immobile; l'autre, qui s'est engagée seule dans le canal de conjugaison, représente l'élément mâle. Morphologiquement les deux cellules se valent; mais physiologiquement une légère différenciation sexuelle s'est établie entre elles.



Fig. 2. — Conjugaison de deux filaments de *Spirogyra longata*. — 1. Les cellules présentent encore leur aspect ordinaire. On y voit la bande chlorophyllienne et le noyau; a, début de la formation des saillies; b, les deux saillies se touchent. — 2. Les corps protoplasmiques se sont rétrécis et forment des masses allongées; c, l'une des cellules traverse le conduit de conjugaison dont la paroi intermédiaire est résorbée; d, la conjugaison est accomplie. — 3. Deux œufs entièrement développés et entourés d'une membrane. Les canaux de conjugaison qui rattachaient ce filament à son voisin se sont rompus (d'après Sachs).

A côté de ces exemples où les cellules reproductrices restent attachées à la plante adulte, on pourrait en citer beaucoup d'autres où les gamètes sont égaux, mais libres. Chez certaines *Volvocinées* (fig. 3, 1), les gamètes sont pourvus de deux cils à l'aide desquels elles nagent librement dans le liquide. Lorsqu'elles se rencontrent, elles se conjuguent deux à deux, puis leurs cils disparaissent

et l'œuf ainsi formé s'entoure d'une membrane résistante (fig. 3, 2, 3 et 4).

La distinction entre les gamètes femelles et les gamètes mâles s'accroît de plus en plus à mesure qu'on s'adresse à des organismes plus perfectionnés. Chez la plupart des plantes et des animaux,

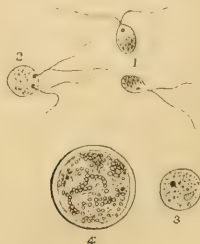


Fig. 3. — Conjugaison des gamètes de *Pandorina Morum*. — 1. Deux gamètes pourvus de deux cils et d'une tache pigmentaire. — 2. Les deux gamètes fusionnées. — 3. Les cils ont disparu. — 4. L'œuf ayant atteint ses dimensions définitives et pourvu d'une membrane dure (d'après Pringsheim).

L'œuf est volumineux et contient une grande quantité de substances nutritives destinées au futur embryon; de plus, il est immobile. L'élément mâle est beaucoup plus petit, et il va à la recherche de l'œuf. C'est ici que doit intervenir son irritabilité. Comment celle-ci pourra-t-elle avertir l'élément mâle de la présence et de la situation de l'œuf? Quel est l'excitant vis-à-vis duquel le spermatozoïde réagit pour se diriger vers l'œuf et pour pénétrer ensuite dans son intérieur? Ce problème ne peut être résolu qu'en étudiant la sensibilité de ces cellules.

Les recherches faites jusqu'à présent n'ont porté que sur les spermatozoïdes des fougères, des sélaginelles, des mousses, des varechs, de la blatte et de la grenouille.

II

L'œuf des fougères (fig. 4, 2) et des sélaginelles est logé au fond d'une cavité qui communique avec

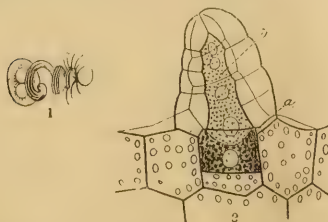


Fig. 4. — Organes reproducteurs de fougères. — 1. Spermatozoïde d'*Adiantum Capillus Veneris* (d'après Sachs). — 2. Organe sexuel femelle très-jeune. L'œuf (a) est encore peu développé; les cellules du col ne sont pas encore gélifiées. Le col lui-même est encore fermé à son extrémité (d'après Strasburger).

l'extérieur par un col rempli d'une substance mucilagineuse. Les spermatozoïdes (fig. 4, 2), ont la

forme d'un cône très effilé et enroulé en spirale. Le sommet du cône correspond à l'extrémité de la spirale; il est dirigé en avant pendant la progression et porte de nombreux cils dont les battements font mouvoir la cellule spermatique.

Lorsque dans l'eau, où nagent les spermatozoïdes, on introduit un mince tube capillaire de verre contenant une solution diluée d'acide malique ou d'un malate, ces corps diffusent lentement et il se forme tout autour de l'orifice une série de sphères virtuelles concentriques, correspondant à des zones où la dilution est de plus en plus grande. Au moment où un spermatozoïde pénètre dans les sphères de diffusion, il modifie brusquement sa course; il se place de telle sorte que l'axe de son corps soit disposé normalement à la surface des sphères, l'extrémité antérieure étant dirigée vers l'orifice du tube. Il se remet aussitôt à nager, et sa direction restant la même, il est amené nécessairement vers le tube capillaire dans lequel il finit par s'introduire.

M. Pfeffer¹, à qui sont dues ces expériences, a pu établir que le mucilage qui emplit la cavité où est enfoui l'œuf est imprégné d'acide malique. L'expérience dont nous venons de rendre compte est donc conforme à la réalité même et l'on comprend maintenant pourquoi les spermatozoïdes des fougères se fraient un passage à travers la masse mucilagineuse pour arriver à l'œuf.

L'auteur ne s'en est pas tenu là. Il a déterminé quelle est la solution minime qui suffit à exercer sur les spermatozoïdes une attraction bien évidente, il l'a trouvée voisine de 1/100.000.

M. Pfeffer a étudié aussi le rapport entre l'excitation et la réaction. Lorsque les organismes nagent dans une solution d'acide malique telle que sa concentration soit égale à celle que contient le tube capillaire, ils ne manifestent aucune tendance à pénétrer dans ce dernier. Pour que l'attraction ait lieu, il faut que la solution placée à l'intérieur du tube soit 30 fois plus concentrée que celle qui se trouve à son pourtour. Ce rapport se maintient, quelle que soit la concentration absolue des liquides mis en présence. Ainsi pour qu'il y ait attraction,

la sol. extér. étant à 0.0005 %, celle du tube doit être à 0,015 %	
— — — 0.001 — — — 0,03 —	
— — — 0.01 — — — 0,3 —	
— — — 0.05 — — — 1,5 —	

Ces résultats sont absolument conformes à ceux que fait prévoir la loi psycho-physique de Weber. La valeur de cette loi n'avait encore été vérifiée

¹ W. PFEFFER. *Locomotorische Richtungsbebewegungen durch chemische Reize*. Unters. a. d. bot. Institut zu Tübingen. — Bd 1. S. 363.

jusqu'alors que pour la sensibilité de l'homme; les expériences de M. Pfeffer ont affirmé de la façon la plus décisive l'analogie existant entre l'irritabilité de l'homme et celle de ces êtres si éloignés de lui.

Chez les mousses, l'œuf (fig. 5, 2), se trouve dans une cavité pourvue d'un col beaucoup plus long que celui des cryptogames vasculaires et renfermant également une bourre mucilagineuse. Les spermatozoïdes (fig. 5, 1), ne portent à leur extrémité antérieure

que deux cils vibratils. Le mucilage qui entoure l'œuf dégage de la saccharose et c'est ce dernier corps qui agit comme excitant vis-à-vis des spermatozoïdes. M. Pfeffer a répété sur ceux-ci toutes les recherches qu'il avait faites sur les cellules mâles des fougères; il a constaté qu'ils ne pénètrent dans les tubes capillaires que lorsque la solution de saccharose y est 50 fois plus concentrée qu'en dehors.

C'est donc la présence dans le liquide ambiant de certaines substances chimiquement définies qui guide vers l'œuf à féconder les spermatozoïdes des fougères, des sélaginelles et des mousses. Lorsque les éléments mâles s'engagent dans un milieu tenant en dissolution l'une de ces matières, l'axe de leur corps s'oriente de telle façon que le pôle

antérieur soit dirigé vers les régions les moins diluées du liquide. Il s'agit évidemment ici d'une réaction de l'organisme contre la sensation produite par la présence de cette solution et non pas d'une action directe de la solution sur les mouvements du spermatozoïde. Or, chez les plantes que nous avons passées en revue, la dissolution de substance excitante, acide malique ou saccharose, est à son maximum de concentration au niveau de l'œuf: les spermatozoïdes nagent donc nécessairement vers l'œuf.

Cette même sensibilité vis-à-vis des propriétés chimiques des corps se retrouve, en dehors des cellules reproductrices, chez un grand nombre

d'organismes inférieurs, flagellates, bactéries, etc., ainsi que chez les globules blancs du sang de beaucoup de Vertébrés. Elle présente, du reste, la plus grande analogie avec la sensibilité gustative et la sensibilité olfactive.

III

Chez les organismes qui nous restent à examiner, la conjugaison de l'élément mâle avec l'élément femelle repose sur un genre d'irritabilité tout différent. Les premières recherches ont été faites sur la blatte par M. Dewitz¹. Il dilue le sperme de cet insecte dans du chlorure de sodium à 0,8 ou 0,9 0/0, en dépose une goutte sur un porte-objet et la recouvre d'une lamelle de verre. L'examen microscopique montre que les spermatozoïdes sont d'abord également répartis et qu'ils nagent en tous sens. Mais chaque fois que l'un d'eux vient buter contre la surface du porte-objet ou du verre-couvreur, il ne s'en éloigne plus: il se met à exécuter des mouvements de manège; il tourne en sens inverse des aiguilles d'une montre, tout en restant appliqué contre la surface du verre. Au bout d'un temps variable, toutes les cellules sont dans le voisinage immédiat de l'un des verres et la portion moyenne de la goutte n'en renferme plus. Lorsqu'on ne recouvre pas la goutte, on constate que les spermatozoïdes viennent évoluer contre la surface libre du liquide aussi bien qu'au contact du porte-objet.

Ces expériences, et d'autres encore, prouvent que les gamètes mâles de la blatte sont sensibles à la pression²: ils sentent non seulement la résistance du verre, mais encore la résistance beaucoup plus faible que leur oppose la surface libre des liquides. Les forces moléculaires créent à la surface libre des liquides une *tension* en vertu de laquelle un corps plongé dans le liquide éprouve une certaine résistance pour passer au travers de la couche *superficielle*. Cette couche peut être comparée à une membrane tendue. Les expériences de M. Dewitz montrent que les spermatozoïdes de la blatte sentent cette résistance et qu'ils réagissent comme s'ils se trouvaient au contact d'un corps solide. La réaction tactile consiste chez eux à se déplacer dans un sens déterminé tout en se maintenant en contact intime avec l'excitant.

L'œuf de la blatte est entouré d'une membrane dure perforée de part en part en un grand nombre d'endroits. Ces micropyles ont la forme d'un cône creux dont la base correspond à la surface externe de la coque et le sommet à la surface interne. L'axe du cône est oblique et disposé de telle sorte

¹ J. DEWITZ, *Ueber Gesetzmässigkeit in den Ortsveränderungen der Spermatozoen und in der Vereinigung derselben mit dem Ei*. Pflüger's Archiv. Bd 38, S. 358.

² L'expérience a été variée pour éliminer l'influence de l'air extérieur (N. de la Réd.).

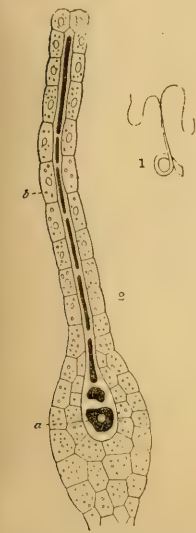


Fig. 5. — Organes reproducteurs du *Funaria hygrometrica*. — 1. Spermatozoïde. — 2. Organe sexuel femelle très jeune; l'œuf (a) est en communication avec l'extérieur par un col très long (b) et rempli de mucilage. Les cellules terminales de la paroi du col ne se sont pas encore séparées pour permettre l'accès des spermatozoïdes (d'après Sachs).

que l'ouverture regarde vers le pôle postérieur de l'œuf. Les spermatozoïdes qui nagent sur la membrane s'engagent dans l'un ou l'autre des nombreux micropyles qu'ils rencontrent, les traversent et arrivent ainsi à l'œuf.

Pour les spermatozoïdes de la grenouille, les choses sont un peu plus compliquées. D'après mes observations¹ ils s'accrochent comme ceux de la blatte aux corps solides ainsi qu'à la surface libre de l'eau. Mais l'expérience suivante montre qu'ils présentent une particularité de plus : lorsqu'on les fait nager dans une goutte mince et non recouverte, ils s'accumulent à la périphérie et tournent leur extrémité antérieure vers le bord extrême de la goutte. Il existe là un angle formé d'une part par la lame de verre et d'autre part par la surface du liquide. Les éléments reproducteurs y sont donc en rapport avec deux excitants à la fois. On peut en conclure que les spermatozoïdes de la grenouille se mettent en contact avec les objets résistants par le plus grand nombre possible de points de leur surface.

Au moment de la ponte, l'œuf est entouré d'une mince membrane de substance visqueuse qui ne tarde pas à s'imprégner d'eau et à atteindre un volume considérable. Le gonflement de cette gelée commence nécessairement par la surface ; il en résulte qu'aussi longtemps que l'augmentation de volume se poursuit, les molécules solides sont plus rapprochées dans les couches profondes, où l'eau n'est encore arrivée qu'en minime quantité, que dans les couches superficielles où l'hydratation est complète. Les spermatozoïdes qui s'engagent dans les couches molles de l'extérieur cherchent à mettre un nombre de plus en plus considérable de points de leur corps en rapport avec les molécules solides et résistantes, et comme la densité des couches augmente à mesure qu'elles sont plus proches de l'œuf, les spermatozoïdes pénétrant de plus en plus profondément. Aussi voit-on un grand nombre de ces éléments s'introduire dans la gelée pour se diriger ensuite en ligne droite vers l'œuf à féconder. Les plus forts et les plus actifs atteignent seuls le but, tandis que les autres s'arrêtent épuisés ; ainsi s'établit une véritable sélection.

Les spermatozoïdes de la grenouille s'introduisent aussi dans de petits fragments isolés de la gelée qui revêt l'œuf ainsi que dans la matière mucilagineuse des graines de lin et de coing. Mais, on le constate aisément, la pénétration ne s'effectue qu'aussi longtemps que ces substances sont dans la période de gonflement. Une fois que l'hydrata-

tion est achevée, plus aucun spermatozoïde ne s'y engage : ils ne rencontrent plus de zones où l'excitation devient de plus en plus forte, et la réaction tactile n'a plus l'occasion de se manifester. Ceci explique aussi pourquoi les œufs de la grenouille ne sont aptes à la fécondation que pendant la demi-heure qui suit la ponte ; en effet, au bout de ce temps, la gelée a atteint son volume définitif et les molécules solides sont partout également distantes.

IV

De même que chez la grenouille, l'œuf et le spermatozoïde des varechs sont plongés dans l'eau et cessent d'avoir aucun rapport avec l'organisme adulte. Le *Fucus serratus*, que j'ai eu l'occasion

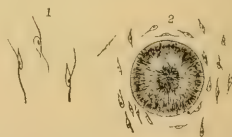


Fig. 6. — Cellules sexuelles de varech. — 1. Spermatozoïdes. 2. Œuf entouré de spermatozoïdes (d'après Thuret).

d'étudier¹, a des spermatozoïdes pointus en avant et renflés en arrière (fig. 6, 1). Ils présentent deux cils : l'un antérieur, dont les battements déterminent la translation de la cellule, l'autre postérieur qui paraît servir de gouvernail pendant la natation. Lorsque ces spermatozoïdes rencontrent une surface résistante quelconque, leur sensibilité tactile est mise en jeu, et ils s'attachent par le cil postérieur, tandis que l'antérieur continue à exécuter de rapides mouvements oscillatoires.

L'œuf des varechs (fig. 6, 2) est très volumineux, mais on voit parfois s'y attacher un tel nombre de spermatozoïdes, qu'il est entraîné en son entier. Il nous paraît hors de doute que la réaction tactile des éléments sexuels mâles du varech intervient d'une façon active dans le rapprochement sexuel.

La sensibilité tactile des cellules isolées est loin d'être propre aux spermatozoïdes. On la rencontre chez la plupart des protistes ainsi que chez les globules blancs de tous les animaux que nous avons examinés à ce point de vue.

Pour résumer les conclusions auxquelles nous conduisent les observations qui précèdent, nous dirons que l'irritabilité des spermatozoaires se manifeste de deux manières : certains d'entre eux (fougères, sélaginelles, mousses) sont sensibles aux propriétés chimiques de substances déterminées

¹ Sur l'irritabilité des spermatozoïdes de la grenouille (*Bull. Acad. Sc. Belg.* 1888) et sur la pénétration des spermatozoïdes dans l'œuf de la grenouille (*Ibidem.* 1889).

¹ La Sensibilité tactile chez les organismes inférieurs (Note présentée à la Société royale des Sciences médicales et naturelles de Bruxelles, le 1^{er} décembre 1890.)

qui sont sécrétées dans le voisinage immédiat de l'œuf; d'autres (blatte, grenouille, varech) sont sensibles à la pression exercée par un corps résistant. Les réactions qui résultent du premier mode d'excitation interviennent pour amener vers l'œuf les spermatozoïdes épars dans l'eau ambiante; comme ces substances agissent en vertu de leur diffusion dans le liquide, leur influence se fait sen-

tir au loin. Il n'en est pas de même pour les réactions tactiles: celles-ci ne peuvent que maintenir les spermatozoïdes au contact de l'œuf et les y faire pénétrer; mais elles sont incapables de les attirer de loin dans la direction voulue pour assurer la fécondation.

Jean Massart,

Docteur en sciences
de l'Institut Solvay (Université de Bruxelles).

LES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DES MÉTAUX

Les services si variés que les métaux et leurs alliages rendent dans les arts et dans l'industrie tiennent à certaines propriétés remarquables: leur *ténacité* les rend propres à résister sous un faible volume à des efforts mécaniques considérables; leur *malleabilité* permet de les travailler et de les amener, soit par laminage ou étirage, à des formes géométriques telles que tôles, tubes, fils, etc., soit par forgeage à des formes plus compliquées, telles que les pièces des machines.

Ces propriétés mécaniques sont non seulement très différentes d'un métal à l'autre, mais peuvent aussi pour un même métal éprouver des variations étendues sous l'influence de divers facteurs dont les trois principaux sont:

1° *L'état physique*, qui dépend des opérations antérieures subies par le métal: fusion, forgeage, trempe, recuit, dont les uns modifient surtout son état cristallin et se manifestent par des aspects particuliers de sa cassure, ce que l'on appelle *le grain*. Les autres modifient surtout sa densité, en produisant ou détruisant l'*écrouissage*;

2° *La température*;

3° *La présence de petites quantités de matières étrangères*.

Malgré leur complexité apparente, les variations des propriétés mécaniques des métaux sont soumises à certaines lois générales qui permettent de les rattacher à quelques idées simples et dont la connaissance facilite l'interprétation des faits que l'on observe sur tel ou tel métal en particulier. C'est à ce point de vue que nous nous plaçons, nous proposant d'exposer les principales de ces lois telles qu'elles résultent directement de l'expérience.

I. — NATURE DES ESSAIS

Le mode d'expérimentation à la fois le plus simple et le plus précis pour étudier les métaux est l'essai de traction sur fils; il donne des résultats comparables à ceux des essais usuels que se font sur des barreaux de 10 millimètres à 20 millimètres de diamètre; seulement le métal à l'état de

fil possède, en raison du travail très complet qu'il a subi, les valeurs maxima de *ténacité* et de *ductilité* dont il est susceptible, valeurs qui sont légèrement supérieures à celles du métal forgé ou laminé en pièces plus épaisses.

Éléments fournis par l'essai de traction. — Quand on soumet une tige métallique à des efforts de traction, on observe d'abord une période dite d'*élasticité parfaite* pendant laquelle les allongements sont proportionnels aux efforts (*allongement élastique*) et disparaissent quand on supprime ceux-ci. Cette période dure jusqu'à une certaine valeur de la charge appelée *limite élastique*. Quand on a dépassé la limite élastique, une partie de l'allongement subsiste si l'on vient à supprimer l'effort (*allongement permanent*); l'allongement permanent croît plus rapidement que la charge, et celle-ci finit par atteindre une valeur qu'elle ne peut dépasser; c'est l'effort maximum que peut supporter le barreau d'essai ou *charge de rupture*. Jusqu'alors le barreau a pris sur toute sa longueur un allongement uniforme (*allongement proportionnel*). Mais si l'on poursuit l'essai, l'allongement se localise en un point où prend naissance un étranglement (*striction*) qui s'accroît jusqu'à la rupture: c'est la période de striction pendant laquelle la charge va sans cesse en décroissant. La valeur de cet *allongement local* dépend de la section du barreau; aussi l'*allongement total* à la rupture, somme des allongements proportionnel et local, ne conserve la même valeur que pour des barreaux géométriquement semblables. Quand on opère sur des fils, l'allongement local est négligeable et l'allongement total à la rupture est égal à l'allongement proportionnel ci-dessus défini.

L'essai de traction fournit un autre élément des plus importants, l'*allongement de striction*; c'est l'allongement que prendrait la barre si elle avait en tous ses points la même section que dans la striction. Sa valeur est définie par le rapport $\frac{S - S'}{S'}$, S représentant la section primitive, et S' la sec-

lion de rupture. Cet allongement de striction peut prendre des valeurs énormes, supérieures à 1.000 % alors que l'allongement proportionnel ne dépasse pas en général 50 0/0 pour les métaux simples et 70 % pour les alliages. En voici quelques exemples :

Étain à 15°.....	22000 % mesurés sur des fils
Plomb à 15°.....	3000 % —
Aluminium à 400°.....	2000 % —
Acier doux à 800°.....	6300 % barreau de 16mm

L'importance de l'allongement de striction résulte de ce qu'il définit la déformation maximale que le métal peut éprouver, celle qui dans la flexion ou sous l'action d'un choc local se produira au point le plus fatigué. En un mot, il donne la mesure de la *ductilité* du métal.

En dehors des propriétés mécaniques que nous venons de définir, il en est encore une d'une importance capitale au point de vue pratique, mais qui n'est malheureusement pas susceptible de mesures précises dans les essais, et pour ce motif n'est généralement pas l'objet d'une attention assez sérieuse : c'est la *fragilité*.

Un métal, donnant un certain allongement à l'essai de traction, est susceptible de se briser sans déformation sensible dans diverses circonstances ; ainsi s'il existe une amorce de fente, celle-ci se propagera sous l'influence de chocs ou de vibrations, même très faibles. Mais, même s'il n'existe pas d'amorce de fente, la rupture sans déformation pourra se produire sous l'action répétée de vibrations de chocs, ou même simplement d'efforts alternatifs agissant avec une certaine vitesse. C'est ainsi que périssent beaucoup de pièces de machines, les essieux de chemins de fer, les rails, etc.

II. — INFLUENCE DU GRAIN.

Les métaux et la plupart de leurs alliages sont cristallisés ; mais les dimensions et les formes des cristaux qui les constituent sont très variables. Dans les métaux simplement fondus le grain est en général assez grossier ; les cristaux sont, comme dans toutes les cristallisations, d'autant plus gros que le refroidissement, et, par suite, leur formation ont été plus lents. Le forgeage, le laminage ou l'étrépage fragmentent les cristaux, modifient leurs formes et rendent le grain de plus en plus fin. Pour certains métaux, l'acier en particulier, la trempe suivie de recuit ¹ est un des procédés les plus éner-

giques pour réduire le grain. Nous verrons enfin qu'un chauffage à température trop élevée peut au contraire altérer le grain en tendant à ramener le métal à l'état où il se trouvait après simple fusion.

On conçoit, et c'est un fait établi par l'expérience, que, de la grosseur du grain dépendent toutes choses égales d'ailleurs, l'effort que le métal supportera et la déformation qu'il éprouvera avant de se rompre ; plus le grain est fin, plus la ténacité est considérable, et plus aussi est grand l'allongement de striction. Par exemple le bronze d'étain moulé en sable donne une charge de rupture de 15^k à 20^k avec allongement de 5 à 10 % sans striction ; la coulée en coquille, qui donne un grain plus fin, lui permet d'atteindre 25 à 30^k avec 40 % environ ; enfin tréfilé en fil fin, il donne 35^k avec un allongement proportionnel de 65 % et un allongement de striction de 150 %. Au contraire les propriétés mécaniques des métaux qui, même coulés en sable, ont un grain très fin, sont relativement peu modifiées par le moulage en coquille, le laminage ou l'étrépage ; tel est le cas des bronzes et laiton d'aluminium.

Le grain a une influence encore plus grande sur la fragilité. Celle-ci croît très rapidement avec la grosseur du grain. C'est pour ce motif que les pièces en acier moulé sont inutilisables tant qu'on ne leur a pas fait subir des opérations de trempe et de recuit pour améliorer leur grain.

L'allongement de striction, dépendant dans une large mesure, comme nous l'avons dit, de la nature du grain, donne des indications précieuses sur la fragilité.

III. — ÉCROUISSAGE.

Un métal de limite élastique *L*, c'est-à-dire susceptible de déformation permanente sous l'action d'une force infiniment peu supérieure à *L*, ne peut plus, après avoir été déformé d'une quantité finie, prendre une nouvelle déformation permanente que sous l'action de forces supérieures à *L* d'une quantité finie. En un mot, il possède une nouvelle limite élastique *L'* supérieure à *L* ; on dit qu'il s'est *écroui*.

L'écrouissage est nul quand la limite élastique est égale à zéro ¹.

L'expérience montre que la valeur de l'écrouissage est déterminée par celle de la déformation permanente subie à partir de l'état initial d'écrouissage nul et semble indépendante des conditions,

¹ La trempe modifie non seulement le grain de l'acier, mais aussi sa nature chimique et son état d'écrouissage ; de la superposition de ces trois causes résultent des modifications considérables des propriétés de l'acier, qui ne peuvent être attribuées à l'influence exclusive du grain, et qui subsistent plus ou moins complètement suivant la nature du recuit dont la trempe est en général suivie.

¹ Il ne semble pas possible de ramener tous les métaux à l'état d'écrouissage nul. On n'y parvient en pratique que pour les métaux simples et purs : cuivre, argent, nickel, etc. ; le fer et l'acier, ainsi qu'un certain nombre d'alliages, conservent toujours une limite élastique assez élevée, quelque traitement qu'on leur ait fait subir.

dans lesquelles a été produite cette déformation (effort lent, rapide, ou choc), ainsi que des procédés employés pour la réaliser (traction, compression ou tréfilage). Parmi ces procédés, le tréfilage est celui qui permet le mieux d'obtenir des déformations bien définies et, par suite, se prête le mieux à l'étude de l'écroutissage.

L'écroutissage, élevant la limite élastique, fait en même temps croître l'effort de rupture, qui, plus facile à mesurer que la limite élastique, peut avantageusement être employé pour définir l'écroutissage.

Limite de l'écroutissage. — La valeur de l'écroutissage croît avec la grandeur de la déformation; mais elle croît moins vite et *reste limitée quand celle-ci croît indéfiniment*.

Voici comme exemple des résultats obtenus en tréfilant un fil de cuivre d'écroutissage initial nul et mesurant sa charge de rupture, après chaque passe à la filière; les allongements ont été calculés par la diminution éprouvée par le diamètre :

Diamètre	Allongement % au tréfilage λ	Charge de rupture R
1 ^m . ₅₀	état initial	25 kg.
0.67	122	43
0.35	720	50
0.29	1080	51
0.20	2100	51

La limite de l'écroutissage n'est, en réalité, atteinte que pour une déformation indéfinie; mais elle l'est en pratique pour une déformation plus ou moins grande suivant la nature du métal; elle correspond :

Pour le Nickel à	A = 2000 %	R = 105 kg.
Cuivre rosette	= 1100	= 51
Aluminium	= 300	= 25
Cadmium	=	= 5
Plomb	=	= 1

L'écroutissage, en élevant la limite élastique, réduit jusqu'à zéro l'allongement proportionnel; il diminue en même temps quoique moins rapidement l'allongement de striction.

Le phénomène le plus saillant de l'écroutissage est donc ce fait, que sa valeur reste limitée quand la déformation qui lui donne naissance croît indéfiniment. Nous allons en trouver l'explication dans l'étude du recuit.

IV. — RECUIT

Si un métal, possédant une limite élastique L et une charge de rupture R, est porté pendant un certain temps à une température T' supérieure à T, il n'a plus, une fois ramené à la température T, qu'une limite élastique inférieure à L et une charge de rupture inférieure à R. On dit qu'il est *recuit*.

Le recuit est la destruction de l'écroutissage par la chaleur.

Le recuit est complet si l'écroutissage est entièrement détruit, c'est-à-dire si la valeur de la limite élastique est ramenée à zéro.

Lois générales du recuit. — Nous avons étudié le recuit en mesurant à la température ordinaire la charge de rupture de différents métaux écroutis par tréfilage, puis recuits pendant des temps variables à des températures de plus en plus élevées. Les courbes ci-dessous (fig. 1) représentent les

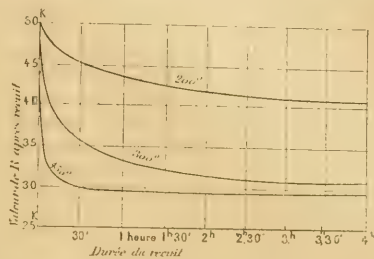


Fig. 1.

résistances obtenues avec du cuivre rosette après recuit pendant des temps variables, aux températures de 200°, 300° et 450°.

Il résulte de ces expériences que :

1° Le recuit est un phénomène lent, dont on peut aux températures les plus basses suivre la marche pendant plusieurs heures;

2° Le recuit à une température donnée ne peut dépasser une certaine limite, qui *théoriquement* n'est atteinte qu'au bout d'un temps infini.

3° Cette limite est d'autant plus faible et est *en pratique* atteinte d'autant plus rapidement que la température est plus élevée.

Nous avons enfin vérifié que :

4° A une température donnée, cette limite croît moins vite que l'écroutissage initial, c'est-à-dire que la perte d'écroutissage par le recuit est d'autant plus forte que l'écroutissage a lui-même une plus grande valeur.

Cristallisation par recuit. — Le recuit n'agit pas seulement en détruisant l'écroutissage; lorsqu'il est trop prolongé, il peut, si la température est assez élevée, modifier la texture du métal en augmentant la grosseur de son grain.

Cette cristallisation par recuit s'accroît d'autant plus que le recuit est plus prolongé et que la température est plus élevée.

Il en résulte que, si un recuit modéré augmente l'allongement de rupture d'un métal en détruisant l'écroutissage, un recuit exagéré pourra produire

partiellement ou même totalement l'effet contraire. Ainsi, tandis qu'on donnera une grande ductilité à l'acier écroui, par laminage par exemple, en le recuisant vers 800°, on le fera cristalliser en le refroidissant lentement après l'avoir chauffé vers 1000°, et on lui enlèvera toute malléabilité en le rendant très fragile. Le même cas se présente pour la plupart des métaux, surtout les métaux impurs; par exemple le zinc impur devient très cassant après recuit au-dessus de 200°.

Recuit spontané. — L'expérience montre que, non seulement un métal se recuit sous l'influence d'une élévation de température, mais encore que, s'il est maintenu, après avoir été déformé, à la température qu'il avait pendant cette opération, sa limite élastique et sa charge de rupture diminuent lentement pour tendre vers des valeurs déterminées; en un mot il se recuit à la température même où il a été écroui. On le reconnaît aisément en mesurant la charge de rupture d'un fil à des moments de plus en plus éloignés de son passage à la filière.

Ce fait important, que nous appelons *recuit spontané*, est la cause de l'existence d'une limite de l'écrouissage. La vitesse avec laquelle se produit ce recuit croît avec le degré d'écrouissage, tandis que ce dernier ne dépend que de la grandeur de la déformation. Pour une vitesse donnée de déformation, il y aura donc, à partir d'un certain moment, équilibre entre l'effet d'écrouissage qu'elle tend à produire et l'action inverse du recuit spontané. L'écrouissage sera limité.

V. — INFLUENCE DU TEMPS.

L'influence du temps sur les propriétés mécaniques des métaux est la conséquence immédiate du recuit spontané.

Déformation par recuit. — Considérons un métal de limite élastique L soumis à un effort de traction P qui, au bout d'un temps donné l'a allongé d'une certaine quantité A ; si nous supprimons l'effort P , sa limite élastique, qui est à cet instant même égale à P , va diminuer sous l'action du recuit spontané et tendre vers une valeur P' intermédiaire entre L et P ; si nous maintenons la charge P , le recuit spontané agira en détruisant à chaque instant l'équilibre qui existe entre cette charge et les réactions élastiques du métal; celui-ci continuera donc à s'allonger jusqu'à ce qu'il ait atteint la déformation pour laquelle la limite élastique définitive est égale à P . Cet allongement progressif est dû à l'action directe du recuit spontané, d'où le nom de *déformation par recuit* que nous lui donnons. Nous voyons donc que la grandeur de la déformation, produite par un effort donné, dépend du

temps pendant lequel il reste appliqué. En voici deux exemples :

FIL D'ARGENT (charge de rupture 18 kg. l.) soumis à une charge de 16 kg par millim. carré.

Temps écoulé depuis la mise en charge					
20"	1'	40'	2 h.	6 h.	
Allongement %					
16	16,33	17,13	18,1	18,6	
Allongement % moyen par minute					
"	0,40	0,088	0,008	0,0023	

FIL DE ZINC (charge de rupture 5 kg. l.) soumis à une charge de 6 kg. par millim. carré.

Temps écoulé depuis la mise en charge						
3'	30'	2 h.	6 h.	9 h.	10 h.	11 h. 10'
Allongement %						
1,33	6	20,6	61	102	126	173
Allongement % moyen par minute						
0,26	0,186	0,162	0,173	0,228	0,100	0,670

Dans le premier cas (charge inférieure à la charge de rupture), la déformation tend vers une limite déterminée; dans le deuxième (charge supérieure à la charge de rupture), la déformation croît jusqu'à la rupture avec une vitesse qui, dans la dernière période de l'essai, devient de plus en plus grande.

Variations des charges de rupture avec la durée des essais de traction. — Wertheim a le premier montré que la charge de rupture d'un métal est d'autant plus grande que la durée de l'essai est plus faible. Ce fait est la conséquence directe des considérations précédentes; en augmentant la vitesse de l'essai de traction, on diminue le temps pendant lequel le recuit peut agir, on augmente la valeur des degrés d'écrouissages croissants que prend le métal sous l'influence des allongements croissants qu'il éprouve, et, par suite, on augmente sa charge de rupture.

Voici quelques résultats que nous avons obtenus sur des fils dans des essais de traction de durées variables :

	DURÉE DE L'ESSAI				
	30"	1'	15'	60'	indéfinie (par extrapolation)
Fer fondu à 15°.	39 k. 7	38 k. 8	37 k.	36 k.	"
Zinc à 15°.....	"	24	16.5	11.5	5 k.
Cuivre à 15°....	27.8	27.1	25.8	25.1	23.8
— à 200°....	20.7	20.2	19.1	17.7	14.5
— à 300°....	17.7	"	15	13	6.7

Ce qu'il importe le plus souvent de connaître dans la pratique, c'est la charge que le métal peut supporter indéfiniment sans se rompre, celle qui correspondrait à un essai de durée indéfini; on

1 Ces charges sont celles qui ne produisent les ruptures qu'au bout d'un temps infini.

doit déduire sa valeur par extrapolation d'une série d'essais de durées de plus en plus longues. Pour les métaux usuels que l'on ne fait travailler qu'à une fraction assez faible de leur charge de rupture, un essai d'une durée de 2' ou 3' fera connaître, à la température ordinaire, cette charge de rupture avec une approximation suffisante; mais, en se contentant d'un tel essai, on s'exposerait à de graves mécomptes, ainsi que le montrent les chiffres donnés ci-dessus, soit à la température ordinaire pour des métaux tels que le zinc, soit aux températures plus élevées pour les autres métaux, pour le cuivre par exemple à partir de 200°; l'importance du recuit allant en effet en grandissant avec la température, il en est de même de l'influence du temps qui, pour tous les métaux, devient très grande à une température suffisamment élevée.

En voici un exemple pour l'acier : des barreaux d'acier extra doux d'une résistance de 35^k à 5° nous ont donné à 800° les résultats suivants :

Durée de l'essai.....	25'	3'30"
Charge de rupture.....	8 k.	5 k. 400

D'après ces deux chiffres on peut admettre que la résistance indéfinie de ce métal est à 800° voisine de 1^k et par conséquent 5 fois plus faible que celle qui est donnée par l'essai de 3'50" ¹.

Résistance au choc. — Les chocs donnent lieu à des efforts de courte durée et produisent par suite des déformations plus faibles que des efforts de même valeur appliqués pendant un temps plus long. La résistance vive à la rupture, toute question de fragilité mise à part, ne peut donc être déduite, comme on le fait souvent, des essais de traction. Elle est toujours supérieure à celle que l'on calculerait de cette façon. L'écart est d'autant plus grand que la durée du choc, durée variable avec la masse et la vitesse relative des corps qui se choquent, est plus faible.

Si l'on considère en particulier des chocs de même intensité, par exemple des poids P tombant de hauteurs H telles que $P \times H$ soit constant, la durée du choc et par suite la déformation seront d'autant plus faibles que H sera plus grand.

Voici par exemple les chiffres d'écrasements obtenus dans ces conditions sur des cylindres en plomb de 50 ^m/_m de hauteur et 20 ^m/_m de diamètre².

Poids	Hauteur de chute	Écrasement
5 kg.	3m	13mm,3
10	1.50	13,9
15	1	14,4

VI. — TEMPÉRATURE.

La variation des charges de rupture avec la température présente au point de vue pratique une grande importance. Pour étudier cette variation il est nécessaire, sous peine de s'exposer à de graves erreurs, de n'opérer que sur des métaux préalablement recuits à la plus élevée des températures que l'on se propose d'atteindre; si l'on mesure en effet la charge de rupture d'un métal écroui à une température à laquelle il se recuit avec une certaine vitesse, il se recuira plus ou moins complètement suivant la durée de cet essai et le résultat obtenu sera bien plus variable avec cette durée que s'il n'avait été influencé que par le recuit spontané.

En voici un exemple, obtenu avec le cuivre à 230° :

	Durée de l'essai		
	20'	10'	30'
Cuivre écroui (R = 50 k. à 15°)	R = 34k.	24k.7	18k.
— recuit (R = 25 k. à 15°)	R = 18,8	17,8	16,4

On voit que pour le métal écroui la charge de rupture a varié du simple au double quand la durée de l'essai a passé de 30' à 20'.

Les métaux pour lesquels la charge de rupture varie d'une manière lente et continue avec la température sont peu nombreux; ce sont en particulier les métaux simples tels que le cuivre, l'argent, l'aluminium, le cadmium etc., etc.; d'autres métaux simples, le fer, le nickel, le zinc, tous les dérivés du fer et un grand nombre d'alliages présentent à certaines températures soit une aug-

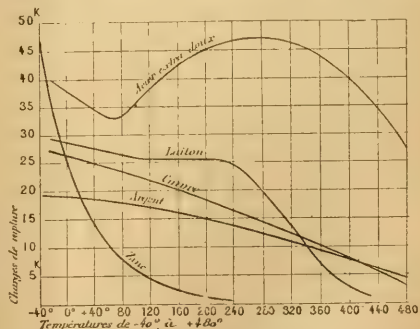


Fig. 2.

¹ Dans certaines opérations métallurgiques telles que la manœuvre des canons ou plaques de blindages dans l'opération de la trempe, on fait travailler à des températures de 800° à 900° les chaînes ou autres engins qui supportent ces pièces.

² Cet exemple est emprunté à l'étude de MM. Sarrau et Vieille sur l'emploi des manomètres à écrasement pour la mesure des pressions développées par les substances explosives.

mentation, soit une chute brusque de résistance. Enfin les alliages éprouvent en outre aux tempéra-

tures voisines du point de fusion du plus fusible des métaux qui les constituent une véritable décomposition qui entraîne une décroissance rapide de l'allongement et de la charge de rupture; ce fait se remarque en particulier sur les laitons à partir de 250° à 300°. A ces températures ces métaux donnent des charges de rupture et des allongements d'autant plus faibles que la durée de l'essai est plus grande, et finissent au bout d'un temps suffisamment long par se rompre sous des efforts très faibles sans presque se déformer. Nous donnons (fig. 2) les courbes représentant les résultats que nous avons obtenus dans des essais d'une durée moyenne de 5' à 10' pour le cuivre, l'argent, l'acier extra doux, le zinc et un laiton à 30 % de zinc. Ces métaux avaient été recuits aussi complètement que possible ¹.

VII. — IMPURETÉS ².

On sait quelle influence peuvent avoir de très petites quantités de matières étrangères sur la propriétés mécaniques des métaux. Ainsi le fer, qui à l'état chimiquement pur aurait une ténacité voisine de celle du cuivre ($R = 28^k$ pour les fers de Suède les plus purs), peut atteindre, même après recuit, des résistances voisines de 100^k s'il contient de petites quantités de carbone, manganèse, chrome, etc. Les autres métaux sont sensibles, bien que dans une moindre proportion, à la même influence, et l'addition d'impuretés convenablement choisies est un des procédés les plus précieux que nous possédions pour modifier leurs propriétés.

Les impuretés ont deux modes d'action distincts :

1° Elles modifient la condition dans laquelle se produit le recuit et par suite influent sur l'écroutissage; à ce point de vue elles agissent toutes dans le même sens retardant le recuit et favorisant l'écroutissage.

2° Elles peuvent modifier le grain du métal et alors ont, suivant leur nature, une influence bien-faisante ou nuisible.

Influence sur l'écroutissage et le recuit. — Des essais que nous avons faits sur différents métaux, en particulier le cuivre et l'argent, il résulte que toutes les impuretés, quelle que soit leur nature, ont pour effet général de retarder le recuit ³, de sorte que le métal le plus pur est celui qui se recuit le plus ra-

pidement et le plus complètement à une température donnée et pour lequel la température où le recuit devient complet est la plus basse. Ainsi du cuivre électrolytique se recuit déjà rapidement à 200°; à 300° le recuit atteint son terme en quelques minutes, alors qu'à la même température on peut pour le cuivre du commerce suivre la marche du recuit pendant plusieurs heures. En même temps que les impuretés ralentissent l'action du recuit, elles élèvent la limite finale d'écroutissage à laquelle le métal est ramené par un recuit très prolongé.

Le même retard est apporté au recuit spontané; il a pour effet d'augmenter l'intensité de l'écroutissage produit par une déformation donnée. Voici un exemple de cette double influence des impuretés.

	ARGENT		
	pur	allié à 4 % de cuivre	allié à 1 % d'étain
Charge de rupture après écroutissage complet..	33 kg	55 kg	45 kg
Après recuit complet...	18	22,7	22

L'addition d'impuretés est donc un procédé général pour augmenter la ténacité d'un métal; mais, par contre, elle diminue toujours son allongement après recuit complet.

Influence sur le grain. — Nous avons indiqué plus haut qu'un recuit à température suffisamment élevée pouvait modifier le grain d'un métal. Cette cristallisation par recuit dépend essentiellement de la nature des impuretés contenues dans le métal. Ainsi, c'est un fait bien connu que le carbone et le phosphore facilitent l'altération du grain de l'acier quand on le chauffe au-dessus de 1000°.

MM. Osmond et Werth, dans leur *Théorie cellulaire de l'acier*, l'ont expliqué ce fait de la manière suivante : « Si on réchauffe de l'acier à ces températures, le carbure de fer (ciment) qui enveloppe les globules de fer entre en fusion et permet à ceux-ci de se grouper pour donner lieu à des arrangements (cellules composées) d'autant plus volumineux que la durée du chauffage aura été plus prolongée ¹. Les choses se passent de même pendant la solidification du métal.

Cette influence des impuretés sur le grain et par contre-coup sur les propriétés mécaniques n'est pas particulière à l'acier; c'est un phénomène général; nous l'avons en particulier très nettement observée sur des échantillons d'argent recuits pendant 5' au rouge :

	Charge de rupture	Allongement %
Argent pur.....	18 kg	45 %
— à 1 % d'étain.	12 kg	3 %

¹ Il est vraisemblable que cette agglomération doit être attribuée à des phénomènes de capillarité.

¹ Les résultats relatifs à l'acier extra doux proviennent d'essais que nous avons faits récemment dans les ateliers de la Compagnie des chemins de fer de l'Est sur des barreaux de 16 m/m de diamètre.

Les autres métaux ont été essayés en fils de 0 m/m, 6.

² Nous employons le terme *impuretés* dans le sens absolu de matières étrangères alliées en petites quantités à un métal.

³ Nous rappellerons que ce fait est depuis longtemps connu pour le cuivre.

L'échantillon d'argent contenant de l'étain qui par sa fusibilité a joué le même rôle que les carbures de fer dans l'acier, avait fortement cristallisé et s'est rompu presque sans allongement.

Inversement, des impuretés, dont le point de fusion est plus élevé que celui du métal, ou qui forment avec lui des composés remplissant les mêmes conditions, pourront contrarier la cristallisation soit par fusion, soit par recuit, et tendre à améliorer le grain. C'est un fait que l'on observe souvent dans les cristallisations des substances chimiques; ainsi la cristallisation des silicates de chaux, de la wollastonite par exemple, est considérablement gênée par des traces de silice ou de chaux en excès sur les proportions théoriques. Telle est l'action du chrome sur l'acier; les fontes chromées sont peu fusibles et le chrome entrave la cristallisation de l'acier en lui donnant une finesse de grain remarquable. Le silicium agit dans le même sens. Nous en citerons un autre exemple: on sait que les bronzes et laitons d'aluminium donnent, par simple moulage en sable, des chiffres de résistance et d'allongement qui ne sont égaux par aucun autre métal; ils doivent ces propriétés remarquables aux composés peu fusibles formés par l'aluminium avec le cuivre qui les empêchent de cristalliser; il suffit d'ajouter un centième d'aluminium à du laiton ordinaire pour lui donner un grain très fin.

Ainsi les impuretés tendent à augmenter la grosseur du grain si leur point de fusion ou celui des composés qu'elles forment avec le métal est inférieur au point de fusion de celui-ci; elles tendent à la diminuer dans le cas contraire; leur nature a donc à ce point de vue une influence énorme sur les propriétés mécaniques des métaux, en particulier sur leur fragilité.

En résumé les propriétés mécaniques des métaux, envisagées dans leur ensemble, dépendent, une fois que l'on a défini la composition, l'état chimique¹ et la température, de deux éléments principaux: le *grain* et l'*écrouissage*, lequel paraît être, dans une large mesure, fonction de la densité; les variations de cette densité déterminent pour un métal donné les variations de l'intensité des forces moléculaires, par suite la manière dont ce métal se comportera sous l'action des forces extérieures.

Ces deux éléments — *grain* et *écrouissage* — dépendent en même temps de conditions très complexes et en particulier de tous les états antérieurs par lesquels le métal est passé. L'influence résiduelle de ces divers états varie d'ailleurs beaucoup avec la proportion et la nature des impuretés contenues dans le métal.

André Le Chatelier,

Sous-Ingénieur de la Marine.

LE SURMENAGE ET LE CHARBON CHEZ LES MOUTONS AUSTRALIENS

Il est très difficile de savoir exactement le total des pertes par le charbon en Australie. Les squatters ne veulent pas avouer la mortalité, de peur de déprécier la valeur de leur propriété, de sorte que l'on ne connaît pas exactement sur quelle étendue de pays sévit la maladie.

Les pertes doivent être très considérables; il existe des stations tellement maudites, qu'elles amènent la ruine de tous ceux qui cherchent à les exploiter.

Depuis que la vaccination Pastorienne a été introduite dans la Nouvelle Galles du Sud, on commence à avoir quelques indications. Un grand nombre de squatters demandent en grande quantité les vaccins préparés; ils reconnaissent, de ce fait, l'existence de la maladie de Cumberland dans leurs propriétés. D'autres, plus confiants dans la valeur de l'inoculation préventive, consentent à donner les chiffres de la mortalité avant la vaccination. Les pertes avouées de 20, 25 % par année, sont communes.

Une expression très employée par les squatters des régions infectées est: « Les naissances ne compensent pas la mortalité. » Un propriétaire de 30.000 moutons me répondait, à ce sujet: « Je sais que sur ma propriété je puis nourrir 30.000 bêtes; nous nous arrangeons, en général, de façon à avoir pour la boucherie un peu moins du tiers du troupeau; pour cela nous conservons le nombre de brebis nécessaires, en admettant qu'environ 80 % des brebis donnent un agneau. Lorsque nous disons que les naissances ne compensent pas la mortalité, nous voulons dire que nos pertes sont d'un peu plus de 30 %. »

¹ Il ne faut pas oublier que certains métaux comme le nickel, le fer, l'acier, un grand nombre d'alliages peuvent exister sous des états chimiques (moléculaires, allotropiques) différents. Ils ont sous ces divers états des propriétés aussi différentes que deux corps de composition chimique distincte, et ces changements d'états peuvent être produits par les mêmes influences qui modifient le grain et la densité. Tel est le cas de l'écrouissage pour le nickel et le ferro-nickel, de la trempe pour l'acier.

A quoi tient cette mortalité si élevée?

Le charbon australien ne semble cependant pas plus virulent que le charbon de France; c'est-à-dire que la même quantité de sang ou de culture, inoculée à des cobayes, entraîne la mort sensiblement dans le même temps qu'en France.

En octobre 1888, dans une expérience publique faite par le Dr Germont et moi, pour démontrer l'efficacité des vaccins Pasteur contre la maladie de Cumberland, 20 moutons furent vaccinés avec les vaccins venus de Paris, et 15 jours après on leur inocula le sang d'un mouton mort du charbon une heure avant. Ces moutons résistèrent parfaitement; ils sont encore vivants actuellement. trois ans après, étant dans une propriété où les pertes sont de 12 à 15 % chaque année. Dix-neuf moutons témoins, inoculés, en octobre 1888, en même temps, avec le même sang, moururent après des périodes d'incubation données par le tableau suivant :

Inoculation du 2 octobre 1888

N° 2.....	Mort le 3 octobre	30 h. 15	après l'inoculation
7.....	—	30 h. 26'	
15.....	—	32 h. 40'	
44.....	—	33 h. 25'	
41.....	Mort le 4 octobre	34 h. 55'	
19.....	—	35 h. 40'	
6.....	—	35 h. 43'	
13.....	—	36 h. 5'	
12.....	—	36 h. 35'	
10.....	—	37 h. 40'	
4.....	—	39 h. 45'	
18.....	—	40 h. 15'	
1.....	—	41 h. 3'	
3.....	—	49 h.	
9.....	—	49 h.	
17.....	—	49 h.	
16.....	—	51 h. 30'	
8.....	—	52 h. 15'	
5.....	Mort le 5 octobre	63 h. 30'	

Ces durées d'incubation sont sensiblement les mêmes que celles signalées dans le rapport de M. Rossignol sur l'expérience de Pouilly-le-fort, en 1881, sur des moutons dans des conditions semblables.

Mais, en Australie, il est des cas où la mort arrive très rapidement; par exemple, il n'est pas rare de voir des moutons conduits dans une contrée infestée, y mourir 18 à 20 heures après leur arrivée. Ils ont été fatigués par le voyage; peut-être la fatigue est-elle la cause de cette courte incubation. L'expérience suivante a été faite pour étudier l'action du surmenage, comme cause de diminution de la longueur de la période d'incubation.

Quatre moutons sont inoculés avec le sang d'un animal mort du charbon; ils sont ensuite forcés, pendant 7 heures de suite, à marcher et à courir dans l'enclos, poussés qu'ils sont par un berger

à cheval; ils ne paraissent pas, après cela, aussi fatigués que les moutons qui ont été exposés au surmenage et à la soif pendant un voyage de plusieurs jours, sur des routes où ils ne trouvent que peu ou pas de nourriture. Nos quatre moutons ont été certainement un peu surmenés, et en examinant leur température, on note une élévation notable due à la fatigue provoquée. La mort de ces quatre moutons inoculés le 5 octobre 1890, à 2 heures de l'après-midi, est arrivée :

1 ^o	Le 6 oct. à 2 h.	24 h. après l'inoculation
2 ^o	— 4 h.	26 h.
3 ^o	Le 8 oct. à 6 h. 30 du matin	40 h. 30'
4 ^o	— 7 h. 30	41 h. 30'

En comparant ces résultats avec ceux du tableau donné ci-dessus pour les 19 moutons inoculés le 2 octobre 1888, puis conservés au repos dans une étable, on constate que pour 2 des 4 moutons surmenés, la période d'incubation a été de beaucoup plus courte que pour aucun des 19; et que la moyenne de cette incubation chez les 4 surmenés (33 heures environ) est considérablement moins longue que la moyenne de l'incubation chez les autres.

Il me semble qu'en généralisant ces résultats, on peut admettre que le surmenage joue un rôle, comme cause de la grande mortalité, en rendant les animaux plus susceptibles.

Le surmenage existe à un très fort degré chez les moutons, dans les conditions où ils se trouvent dans les immenses déserts de l'Australie; on rencontre des troupeaux de plusieurs milliers de têtes dans des propriétés où ils sont à raison de 2 moutons à l'hectare. Il y a des stations composées d'un seul enclos de 40.000 hectares, à raison d'un mouton à l'hectare, et quelquefois, dans les régions pauvres, il faut jusqu'à 5 hectares pour nourrir un mouton. Dans ces enclos ils sont absolument livrés à eux-mêmes, et souvent poursuivis par les Dingos, (chiens sauvages), ou effrayés par les kangourous, qui viennent aussi manger le peu d'herbe que l'on trouve.

Je compte, pour répondre à mon hypothèse, dès que j'en aurai l'occasion, inoculer un certain nombre de moutons avec un virus atténué, c'est-à-dire un virus ne tuant pas, à l'état ordinaire, tous les moutons, mais seulement une certaine proportion, le deuxième vaccin Pasteur, par exemple, et voir son action sur les animaux surmenés.

A. Loir,

Directeur de l'Institut Pasteur australien.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1^o Sciences mathématiques.

Enneper Alfred. — *Elliptische functionen. Theorie und Geschichte* (Fonctions elliptiques. Théorie et histoire). — *Akademische Vorträge, Zweite Auflage Neu bearbeitet und herausgegeben von Dr Felix Muller, (Prix: 28 fr. 15). Verlag von Louis Nebert, Halle a. S. 1890.*

L'ouvrage d'Enneper sur les fonctions elliptiques est bien connu de tous les mathématiciens et la première édition, parue en 1875, a marqué un progrès au point de vue didactique, dans cette importante théorie. Depuis lors, la science a marché, de nombreux travaux se sont accumulés et il était devenu indispensable, dans une nouvelle édition, de modifier profondément la précédente; c'est ce que vient de faire M. le Dr Felix Muller, professeur au Konigl. Luisengymnasium de Berlin.

M. le Dr Muller a pris pour base fondamentale des modifications qu'il a faites les travaux de M. Weierstrass; les notations adoptées par cet illustre géomètre tendent de plus en plus à remplacer les notations primitivement choisies, et les découvertes qui lui sont dues ont constitué de décisifs progrès; le regretté Halphen, qui devait lui-même tracer un sillon lumineux dans la théorie des fonctions elliptiques, le constatait il y a cinq ans lorsqu'il publiait le premier volume de son bel ouvrage; il faisait alors en France ce que M. Muller fait aujourd'hui en Allemagne.

Dans le traité actuel d'Enneper les méthodes de M. Weierstrass sont complètement exposées; l'auteur suit à peu près pas à pas les feuilles publiées jadis, d'après les leçons du Maître, par M. H. A. Schwarz; mais il y ajoute un grand nombre de compléments recueillis par lui directement. C'est surtout à ce point de vue que le volume présente un réel intérêt. L. O.

Picard (Alfred), *Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Président de section au Conseil d'Etat. — Rapport général sur l'Exposition universelle de 1889.* — *Imprimerie Nationale, Paris, 1891.*

Le beau volume que vient de publier l'Imprimerie nationale sur l'Exposition universelle de 1889, est le premier du rapport général confié à M. Alf. Picard; tous ceux qui connaissent le savant président de section du Conseil d'Etat savent que toute œuvre signée de lui serait de premier ordre; le volume dont nous rendons compte est à la hauteur de cette opinion.

Il est entièrement consacré à l'histoire des Expositions universelles et aux préliminaires de l'Exposition de 1889; l'auteur s'arrête au moment de l'organisation des divers services; l'Exposition elle-même n'y figure encore en rien.

Les matières sont réparties en trois chapitres; dans le premier qui contient l'histoire des Expositions universelles françaises, M. Picard rappelle d'abord cette première exhibition de l'an VI, imaginée par François de Neufchâteau pour consacrer la gloire du nouveau gouvernement, exhibition qui eut lieu au Champ de Mars et qui, malgré le petit nombre des exposants (110 seulement), fut un grand succès.

Il examine ensuite successivement l'Exposition de l'an IX dans la cour du Louvre (320 exposants), celle de l'an X au même endroit (540 exposants), celle de 1806 à l'Esplanade des Invalides (1422 exposants), celle de 1819 dans les salles du palais du Louvre (1662 exposants), celle de 1823 au rez-de-chaussée de la colonnade du Louvre et au 1^{er} étage du palais (1642 exposants), celle de 1827 au Louvre encore (1695 exposants), celle de 1834 à la place de la Concorde (2447 exposants), celle de 1839 aux Champs-Élysées (3381)

exposants), celle de 1844 au même endroit (3660 exposants), enfin celle de 1849 aux Champs-Élysées encore (4532 exposants).

L'Exposition universelle de 1849 est la dernière des expositions nationales; à partir de ce moment, les expositions vont devenir internationales. La seconde partie du volume, qui est de beaucoup la plus importante, est constituée par l'étude des expositions universelles internationales qui se sont succédées à Londres, en 1851; à Paris en 1855; à Londres en 1862; à Paris en 1867; à Londres en 1871, 1872, 1873 et 1874; à Vienne en 1873; à Philadelphie en 1876; à Paris en 1878; à Sydney en 1879; à Melbourne en 1880; à Amsterdam en 1883; à Barcelone et à Bruxelles en 1888.

Le volume se termine par une troisième partie consacrée aux préliminaires de l'Exposition de 1889 et dans laquelle, après avoir rappelé les lois relatives à l'institution de l'Exposition ou à son exécution, M. Picard énumère les actes divers qui en ont fixé les éléments constitutifs. Grâce à lui, l'Exposition du Centenaire aura un monument digne d'elle et du succès qu'elle a obtenu. L. O.

Wolf (C.), *Membre de l'Institut, Astronome à l'Observatoire de Paris. — Astronomie et Géodésie. — Cours professé à la Sorbonne, et rédigé par H. Le Barbier et P. Bourguignon, 1 vol. in-4^o de 444 pages (10 fr.). — Georges Carré, éditeur, 58, rue Saint-André-des-Arts, Paris, 1891.*

Il serait superflu de faire l'éloge de cet ouvrage, que recommande assez le nom de l'auteur. M. Wolf n'a pas cherché à faire un traité volumineux, mais il visait surtout la clarté, et il a parfaitement réussi. Il s'est attaché principalement à faire comprendre le caractère des méthodes employées en astronomie, méthodes qui avec leur allure presque continuelle d'approximations plus ou moins grandes, étonnent un peu, à l'origine, ceux qui sont habitués aux rigueurs du calcul mathématique.

Comme on ne viendrait pas chercher dans cet ouvrage, consacré spécialement à l'enseignement, des recherches sur des sujets nouveaux ou obscurs, signalons le chapitre sur l'excentricité : dans ce champ, bien battu cependant, M. Wolf a émis une idée nouvelle, en démontrant la possibilité d'éliminer complètement l'erreur d'excentricité dans la lecture des cercles gradués, par une disposition convenable de la graduation et des microscopes.

Les premiers chapitres de l'ouvrage sont consacrés à la trigonométrie sphérique et à la description des instruments employés pour la mesure des angles et du temps. L'étude du mouvement diurne conduit ensuite à la détermination de l'heure, à l'emploi des instruments méridiens et au calcul de la réfraction. Puis l'étude du mouvement du Soleil parmi les étoiles et des variations des ascensions droites des étoiles mène à la précession des équinoxes et à la nutation. Cette partie est complétée par la théorie du mouvement du Soleil, qui conduit à la définition des diverses espèces de temps, et par celle de l'aberration. Deux chapitres sont consacrés à la théorie des mouvements de la Lune et des planètes, et enfin le dernier est relatif à la géodésie. C'est, comme on voit, le programme de la licence ès sciences mathématiques logiquement développé. Aussi cet ouvrage constitue un précieux accroissement pour la collection des publications de ce genre entreprise par la maison Carré; en le rédigeant, MM. Le Barbier et Bourguignon ont bien mérité des candidats à la licence. G. BIGOURDAN.

2° Sciences physiques.

Gay (Jules), Docteur es sciences, Professeur de Physique au lycée Louis-le-Grand. — Lectures scientifiques. Extraits de mémoires originaux et d'études concernant la science et les savants : PHYSIQUE ET CHIMIE, 1 vol in 8° de 800 pages. (Prix : 5 fr.) Hachette et Cie, 79, boulevard Saint-Germain, Paris, 1891.

L'ouvrage de M. Gay constitue une innovation, et une innovation des plus heureuses. Trop souvent dans l'enseignement des sciences physiques, le professeur passe très légèrement sur les expériences fondamentales qui ont servi à établir d'une façon définitive les principes et les lois, alors que la discussion de ces expériences simples serait le meilleur exercice de logique appliquée que l'on pût donner à de jeunes esprits; on a, au contraire, la préoccupation d'en dire beaucoup, et d'en dire long, et l'on donne une importance parfois scandaleuse à des descriptions d'appareils et d'expériences dus à des savants de quatrième ordre. Pour réagir contre ces tendances, le meilleur moyen est d'habituer les élèves et de forcer surtout les professeurs à remonter d'eux-mêmes aux sources, à consulter les mémoires originaux qui, dans le cas où l'expérience ne peut être répétée commodément, constituent le véritable fondement de la certitude dans les sciences expérimentales; ils y apprendront à bien voir, par les discussions des auteurs eux-mêmes, quel est le fait précis que démontre telle expérience, indépendamment des hypothèses qu'on a pu après coup bâtir dessus, hypothèses que parfois on commence par exposer en grands détails aux élèves, quitte à leur citer ensuite l'expérience capitale comme un accessoire.

Le livre de M. Gay s'adresse à tous les professeurs et à tous les élèves qui ne se trouvent pas dans cette situation privilégiée d'avoir sous la main une bibliothèque scientifique admirablement pourvue. Ils auront dans un seul volume les citations les plus caractéristiques de Galilée, — auquel M. Gay fait très justement remonter l'origine de la physique moderne, parce qu'« en s'attaquant le premier, avec éclat et à ses dépens, à l'autorité absolue d'Aristote, il a véritablement fondé la méthode expérimentale, » — une page fort intéressante d'Archimède sur la démonstration de son principe d'hydrostatique, des citations très étendues des mémoires ou des lettres de Pascal, de Mariotte, de Newton et de Huyghens; ils connaîtront Coulomb, Volta, Oersted, Ampère, Faraday, non seulement parce que leurs noms sont répandus partout, mais encore pour avoir lu eux-mêmes l'exposé, fait par leurs auteurs, des découvertes qui ont fondé l'électricité. Ceux qui voudront apprécier la portée de la révolution faite au siècle dernier dans la chimie de la matière, et de nos jours dans la chimie biologique, dans l'étude des êtres vivants infiniment petits, trouveront là les éléments nécessaires pour se faire une idée de l'œuvre de Lavoisier et de l'œuvre de Pasteur.

Les extraits de mémoires originaux sont accompagnés de notices relatives à la biographie des savants et à l'état de la science à leur époque. Ces notices sont généralement empruntées à d'autres savants; les noms de Biot, d'Arago, de Dumas, sont ceux qui reviennent le plus souvent dans l'ouvrage de M. Gay. En mettant entre les mains de tous ces pages, dont quelques-unes sont parmi les plus belles qu'on ait écrites dans notre langue, on habitude les esprits à cette idée, contre laquelle existent encore tant de préjugés, que les hommes de science, les hommes qui savent penser fortement et nettement, sont souvent aussi ceux qui savent le mieux exprimer l'ordre géométrique avec les vérités que Pascal rangeait dans les sentiments les plus délicats et les idées les plus élevées. L'auteur a pensé qu'il ne saurait mieux terminer le recueil qu'en empruntant à Claude Bernard et à Pasteur quelques pages d'une grande portée philosophique sur la science et sur la méthode expérimentale.

Nous sommes convaincu que d'ici à quelques années l'exemplé donné par M. Gay sera suivi de tous côtés; on ne tardera pas à saisir l'importance de cette conception nouvelle de l'enseignement qui consiste à attribuer à la lecture des mémoires originaux un rôle prépondérant même dans des leçons élémentaires. M. Gay aura le mérite, en recommandant et en facilitant la lecture des savants anciens, d'avoir été un novateur.

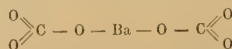
Bernard BRUNHES.

Bugnet (Abel). — La Photographie de l'amateur débutant. 3^e édition, avec 44 figures. (Prix 1 fr. 25). Soc. d'Éditions scientifiques, Place de l'École de Médecine, 4, rue Antoine-Dubois à Paris, 1891.

Ce petit volume contient avec les indications pratiques qui s'y rapportent la description et l'image de tous les appareils nécessaires ou utiles à la photographie de paysage et de portrait.

Gaudin (G.). — Notions de chimie générale, 1 vol. in-8° de 384 pages (Prix : 5 fr.). A. Colin et Cie, éditeurs, 5, rue de Mézières, Paris, 1891.

Ce livre est destiné à l'enseignement dans les lycées, et bien que naturellement la forme abrégée lui convienne, on ne peut s'empêcher de trouver qu'il ne contient qu'une portion bien minime de la chimie générale : 177 pages y sont consacrées aux nombres proportionnels (équivalents et poids atomiques), 97 à la théorie atomique, valence, formules de constitution, le reste du volume à la dissociation. Les questions de chaleur, électricité, cristallisation, dissolution, lumière, y sont ou complètement passées sous silence ou à peine effleurées à l'occasion de la détermination du poids atomique. Ce sont des notions fort incomplètes. Il est à regretter qu'elles manquent aussi d'exactitude. M. Gaudin nous apprend dans sa préface qu'il a cherché la clarté. Il faut l'en louer, mais cela n'autorise pas à remplacer les faits par un roman qui donne aux choses une simplicité absolument étrangère à la réalité. Ainsi, pour prendre un exemple entre beaucoup, M. Gaudin annonce qu'on vérifie que la chaux contient uniquement du calcium et de l'oxygène en chauffant du calcium dans de l'oxygène. Pourquoi dire une chose aussi parfaitement fausse? M. Gaudin doit bien savoir que ce fait ne se vérifie pas par voie directe et que par voie directe il est invérifiable, le calcium n'ayant été obtenu jusqu'ici (s'il l'a été) que fort impur : sa couleur même est contestée. On doit apprendre aux élèves la chimie telle qu'elle est et non telle que M. Gaudin pense qu'elle devrait être. La partie relative à la dissociation est encore moins bonne. La dissociation y est définie, « une décomposition incomplète des corps composés sous l'action de la chaleur, quand ils sont maintenus en présence de leurs produits de décomposition ». Si l'on chauffe de l'oxyde de platine de façon à n'en décomposer qu'une partie tout en le maintenant en vase clos, ce sera donc une dissociation? Les systèmes hétérogènes sont dits ceux où le composé considéré est solide et les produits de décomposition un solide et un gaz. Les liquides ne se dissocient donc pas? Il n'existe donc pas de solide donnant uniquement des gaz? Il est difficile d'écrire avec plus de légèreté sur des questions qui demandent pourtant de l'attention. Parfois, on pourrait croire que M. Gaudin n'a pas relu son livre et l'a écrit sans y faire attention. Ainsi, page 247, il donne aux carbonates des métaux divalents ($0=16$) la formule



et fait ressortir l'analogie avec l'azotate de calcium! Comment peut-on laisser passer de pareilles énormités et quelle étrange chimie enseignera-t-on aux élèves de cette façon!

E. DEMARÇAY.

3^e Sciences naturelles.

Priem (Fernand). — *L'évolution des formes animales avant l'apparition de l'homme*. (3 fr. 50) Librairie J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille, Paris, 1891.

Aujourd'hui que la théorie de l'évolution est acceptée en principe par la grande majorité des naturalistes, il est intéressant de savoir comment la paléontologie nous permet de concevoir l'apparition et la variation des formes vivantes. Tout le monde ne peut pas consulter les importants ouvrages de Zittel, de Neumayr, de Cope, de Gaudry. M. Priem a réuni dans un volume de dimensions modestes les notions auxquelles ces auteurs, et bien d'autres encore, sont arrivés au sujet de l'évolution des animaux. Bien des discussions subsistent encore au sujet de ces questions difficiles : sur ces points obscurs M. Priem se montre d'une grande prudence. Les opinions auxquelles il s'arrête sont dans leur ensemble les plus vraisemblables, et celles qui réunissent les suffrages des savants les plus éminents.

Ce qui doit assurer le succès de ce petit livre, c'est qu'il présente, avec clarté et concision, une synthèse rapide de ce qu'il y a de plus attrayant dans une science à laquelle on reproche fréquemment son aridité. Les zoologistes liront en particulier avec le plus grand intérêt le chapitre relatif aux mammifères et pourront constater combien les dernières recherches ont contribué heureusement à combler les lacunes de nos connaissances sur l'enchaînement de ces êtres. L'histoire des ammonites, dont la classification et l'évolution sont si difficiles à étudier dans les traités classiques, est aussi présentée d'une manière heureuse. Ce livre s'adresse donc d'une façon toute spéciale aux débutants qui réclament depuis longtemps un ouvrage de paléontologie à la fois élémentaire et essentiellement moderne.

FÉLIX BERNARD.

Lamounette. — *Recherches sur l'origine morphologique du liber interne*. Thèse de doctorat présentée à la Faculté des Sciences de Paris le 24 février 1891. Masson, Paris, 1891.

On sait aujourd'hui qu'un grand nombre de familles du groupe des Dicotylédons possèdent un double liber dans leurs faisceaux conducteurs. De Bary avait donné aux faisceaux ainsi constitués le nom de faisceaux bicollatéraux, et les recherches de Petersen semblaient devoir consacrer définitivement cette dénomination de bicollatéralité. J'ai montré, le premier, que d'une façon générale, le liber interne n'était pas d'origine procambiale et qu'il provenait de l'évolution de certaines cellules du parenchyme médullaire; aussi ai-je proposé, pour éviter toute fausse interprétation d'origine, de donner au liber interne la dénomination de *liber médullaire*. Mais, comme dans une étude générale sur les anomalies de la tige, je n'avais pu donner à cette question particulière tout le développement qu'elle comportait, peut-être n'était-il pas inutile de rechercher à nouveau l'origine première du liber interne; il y avait, en outre, intérêt à connaître l'origine de ce liber, non seulement dans la tige, mais encore dans la feuille; à savoir aussi comment et aux dépens de quels éléments le liber interne s'organisait entre les racines et la tige et comment il apparaissait dans les cotylédons épigés. Ce sont ces divers points que M. Lamounette a si minutieusement étudiés dans le travail qui fait l'objet de cette analyse.

Dans la première partie de son travail, M. Lamounette donne le résultat de ses recherches sur l'origine du liber interne dans l'axe hypocotylé et dans les cotylédons épigés; dans la deuxième partie, il étudie l'origine du liber interne dans le bourgeon terminal et dans les feuilles.

L'étude du passage de la racine à la tige nous éclaire sur l'origine du liber interne dans l'axe hypocotylé et

nous montre qu'il est indépendant à la fois du liber de la racine et du liber externe des faisceaux de l'axe hypocotylé; en outre, sa formation, dans ce même axe, est toujours postérieure à la formation des éléments libériens externes et ligneux des faisceaux auxquels il se surajoute, et il prend naissance dans les cellules du parenchyme conjonctif central.

L'examen des cotylédons a mis en lumière ce fait intéressant, c'est que le liber interne ou supérieur fait toujours défaut dans les cotylédons, lorsqu'il manque dans l'axe hypocotylé; on peut donc en conclure que l'évolution des cotylédons est corrélatrice de l'axe hypocotylé, et qu'il n'y a des formations anormales dans les cotylédons que tout autant qu'il y en a dans l'axe hypocotylé. Ajoutons qu'au point de vue de l'origine, elle est la même que dans l'axe hypocotylé, et l'indépendance de cette formation, déjà attestée par l'étude du passage de la racine à la tige, se manifeste aussi nettement dans les cotylédons.

M. Lamounette étudie ensuite en détail l'origine du liber interne dans le bourgeon terminal, et les résultats exposés dans cette partie importante de son travail confirment pleinement l'exactitude de mes conclusions, en les généralisant même, puisqu'elles permettent d'étendre ces conclusions à la famille des Cucurbitacées qui avait trouvé une place à part dans mes recherches. La dénomination de liber médullaire, proposée par moi, se trouve donc ainsi pleinement justifiée.

Enfin, dans les feuilles, le liber interne ou supérieur se forme toujours postérieurement aux autres éléments des faisceaux. En outre, cette formation peut manquer dans la feuille, bien qu'existant dans la tige (*Daphne Laureola*).

Au total, des excellentes et consciencieuses recherches de M. Lamounette, on peut conclure qu'il faut, dans tous les cas, considérer le tissu libérien interne comme une formation anormale due à l'évolution de quelques cellules parenchymateuses et indépendantes du faisceau auquel il est adjacent. Elles sembleraient aussi démontrer que le liber interne rentrerait dans la catégorie des caractères acquis pendant l'évolution des plantes et transmis ensuite par hérédité. Et partant de ce fait, l'auteur n'hésite pas à émettre cette hypothèse bien hardie, à savoir si le liber interne ne résulterait pas d'une action particulière produite sur les cellules parenchymateuses par des conditions physiologiques jusqu'ici indéterminées. « Ne pourrait-on pas », dit-il en terminant, « retrouver les causes qui lui ont « donné naissance ». Le problème paraît assurément bien difficile, sinon impossible à résoudre; mais, par ce temps de physiologie végétale à dose intensive, nous devons nous attendre aux surprises les plus grandes.

J. HÉRAÏL.

Protopopoff (D^r). — *Sur la question de la structure des Bactéries*. Ann. de l'Institut Pasteur, mai 1891.

La question de la structure des Bactéries est encore bien loin d'être définitivement résolue, et l'on peut accueillir avec empressement toutes les contributions à ce problème si intéressant de morphologie cellulaire. Depuis les travaux de Butschli, la recherche du noyau des Bactéries qui avait été faite sans résultat, a été reprise par nombre d'observateurs : Butschli a démontré pour un certain nombre d'espèces bactériennes, que la masse cellulaire comprend une couche corticale et un corps central, l'un et l'autre de structure alvéolaire, et très distincts sur des préparations colorées à l'hématoxiline.

D'après Zacharias, le corps central ne serait qu'un noyau; d'après Ernst, il y aurait dans les Bactéries de petits corps variables de nombre et de grandeur qu'il considère comme autant de noyaux. D'après Klebs, au contraire, le protoplasma tout entier de la bactérie serait de nature nucléaire.

M. Protopopoff a fait porter son investigation sur deux

bactéries différentes. Il a observé par coloration à la fuchsine une sorte de stratification du protoplasma, rappelant tout à fait la description de Ernst; mais à l'inverse de ce dernier, il repousse l'idée d'une assimilation entre les masses colorées et les noyaux cellulaires.

La question du noyau des Bactéries semble donc ne pas être résolue, et il se pourrait qu'elle ne le fût pas de sitôt.

D^r H. DUBIEF.

4° Sciences médicales.

Javal (E.), Membre de l'Académie de Médecine. — *Mémoires d'Ophthalmométrie annotés et précédés d'une introduction.* 1 vol. in-8° avec 135 fig. (20 fr.). G. Masson, 20, boulevard Saint-Germain, Paris, 1891.

Il est inutile d'insister sur les progrès qui sont dus, en oculistique, à l'emploi de l'ophthalmomètre de Javal et Schiötz : grâce à la facilité de son maniement, il permet la détermination rapide des rayons de courbure de la cornée. M. Javal, sollicité de faire un manuel d'ophthalmométrie qu'il ne peut rédiger maintenant, faute de temps, a eu l'heureuse idée de réunir les travaux les plus importants faits à l'occasion ou à l'aide de l'ophthalmomètre, de manière à mettre les chercheurs et les cliniciens à même d'utiliser fruitueusement cet appareil. Nous ne pouvons passer en revue, même rapidement, les mémoires ainsi rassemblés, et nous nous bornerons à quelques rapides indications.

Les mémoires comprennent, outre une intéressante introduction de M. Javal, des notes plus ou moins étendues, sur le principe de l'appareil, sa description, son mode d'emploi, sur la théorie mathématique de l'ophthalmométrie de la cornée, sur l'histoire de la question.

Dans un autre ordre d'idées, on trouve des mémoires sur l'astigmatisme, sur ses variétés, des statistiques comprenant de nombreuses observations, des mesures faites dans des conditions variées, des notes sur la position du cristallin, sur le centrage de l'œil; c'est pour ainsi dire la partie physiologique après la partie physique. Enfin viennent les observations cliniques, dont l'importance est grande; on sait maintenant que l'astigmatisme joue souvent un rôle, pendant longtemps ignoré, dans la production des états pathologiques de l'œil; c'est ce que mettent en évidence les observations reproduites et dont nous regrettons de ne pouvoir citer les auteurs.

M. Javal a pensé qu'il convenait de publier les travaux qu'il réunissait dans la langue dans laquelle ils ont été écrits : on y trouve ainsi, outre le français, l'allemand, l'anglais et l'italien; nous ne discuterons pas cette disposition, qui gênera sans doute quelques lecteurs, car il peut être intéressant d'avoir le mémoire original. Les travaux sont insérés par ordre chronologique et, ici, nous regrettons le parti pris par l'auteur : l'ouvrage manque ainsi d'homogénéité, et il nous eût paru plus satisfaisant si les mémoires de même nature avaient été rapprochés, de manière à établir trois ou quatre grandes divisions. Il est vrai qu'il s'agit ici, non d'un livre à lire, mais d'un recueil à consulter, aussi notre critique ne présente-t-elle pas une grande importance.

Il ne faudrait pas croire que ce recueil représente la collection complète des travaux qui reposent sur l'emploi de l'ophthalmomètre; M. Javal a dû faire un choix parmi les plus intéressants; si nous ajoutons qu'il a écrit une introduction qui fait connaître l'état actuel de l'ophthalmométrie, et qu'il a joint des annotations à quelques mémoires, on reconnaîtra que, non seulement il est l'inspirateur des travaux ainsi mis au jour,

mais de plus qu'il a donné à ce volume un caractère personnel qui ajoute à sa valeur comme collection de mémoires.

C.-M. GABRIEL.

Lucet (Adrien). — *De la congestion des mamelles et des mammites aiguës (d'origine externe) chez la vache.* Un vol. de 143 pages avec 4 planches en chromolithographie. (prix : 7 fr.) Georges Carré, 58, rue Saint-André-des-Arts, Paris, 1891.

Dans cette étude, fondée sur l'observation de la série intégrale des mastites qui se sont présentées à lui de mars 1889 à fin mai 1890, M. Lucet distingue la congestion des mammites proprement dites.

La congestion est un état pathologique, caractérisé par un engorgement pâteux, à évolution lente et progressive, d'un volume variable, envahissant généralement tout l'organe, souvent ambulateur, régulièrement indolore ou à peine sensible, existant, dans la majorité des cas, sans réaction fébrile, toujours sans gravité et de courte durée; elle ne rend jamais le lait cailléboté; quelquefois cependant celui-ci est teinté en rouge, tout en restant bien lié.

Elle peut se produire *ante partum* : c'est alors une exagération de la congestion physiologique ou *post partum* : elle résulte alors soit d'un retard dans l'établissement de la sécrétion, soit de la mauvaise conformation d'un ou plusieurs trayons, obstrués ou imperforés. Elle survient encore au cours de la lactation à la suite de la suppression de la succion, d'un arrêt dans la mulsion, d'un traumatisme, etc.

Dans un cas de mort subite (vache foudroyée pendant un orage), M. Lucet a pu faire l'examen histologique de la glande qui offrait tous les caractères de la congestion du tissu conjonctif. Dans quatre cas, il a cherché à déterminer l'état bactériologique du lait; toujours les cultures sont restées stériles, toujours aussi ce lait, injecté à des cobayes, à des lapins, etc. a paru dépourvu de propriétés pathogènes.

La *mammitte aiguë* est une affection fort variée dans sa gravité, parfois mortelle, s'accompagnant toujours, dès le début, d'une fièvre intense. Elle cause constamment, dès les premières heures, dans la sécrétion de la partie envahie, une perturbation caractérisée par l'altération du lait, qui devient grumeleux, cailléboté. Elle a souvent pour conséquence la perte irrémédiable du quartier atteint; elle se développe avec rapidité et provoque en quelques heures des engorgements souvent énormes. Ceux-ci ne siègent le plus souvent que sur un seul quartier; ils atteignent cependant quelquefois l'autre quartier du même côté, mais n'envahissent jamais la glande entière et ne sont jamais ambulatoires.

Le grand développement des mamelles et la longueur exagérée des mamelons semblent des causes prédisposantes, mais, pour que la mammitte se développe, il faut que les canaux galactophores ou que les lymphatiques superficiels soient envahis par des agents infectieux divers, provenant généralement des fumiers, quelquefois des mains des marçaires, ou même de la bouche du petit.

Suivant la porte d'entrée de l'infection, on peut distinguer les mammites lymphogènes et les mammites galactogènes.

L'examen bactériologique des lésions permet toujours d'y rencontrer des microbes variés suivant les cas. Ceux-ci sont tantôt plus nombreux dans le tissu conjonctif et dans les vaisseaux lymphatiques que dans le tissu glanduleux, tantôt au contraire accumulés surtout dans ce dernier, tantôt enfin répartis à peu près également dans toutes ces lésions, mais occupant constamment une situation en rapport avec la forme de la maladie. Les cultures du lait ont toujours démontré la présence de microbes dont le pouvoir pathogène sur le lapin et le cobaye a varié suivant les cas.

D^r HENRI HARTMANN.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

(La plupart des Académies et Sociétés savantes, dont la Revue analyse ordinairement les travaux, sont actuellement en vacances.)

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 13 juillet 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. Boussinesq : Calcul de la moindre longueur que doit avoir un tube circulaire évasé à son entrée pour qu'un régime sensiblement uniforme s'y établisse; la dépense de charge qu'entraîne l'établissement de ce régime. — M. S.-P. Langley a fait des recherches expérimentales sur le placement des plans lourds lancés dans l'air horizontalement avec des vitesses variables et inclinés d'angles variables sur l'horizon. Il a reconnu qu'avec de grandes vitesses et des angles très petits, il n'y a qu'un travail relativement faible nécessaire pour prolonger indéfiniment la chute; des chiffres déduits des expériences, il résulte que l'on possède aujourd'hui des moteurs assez légers pour se soutenir en l'air en utilisant ce principe. — M. Féraud propose une modification du mode de suspension des véhicules de chemin de fer et de tramways devant produire une meilleure utilisation de l'élasticité des ressorts. — M. Em. Marchand : Observations des taches et facules solaires faites à l'équatorial Brunner de l'Observatoire de Lyon pendant le premier semestre de l'année 1891.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. Massin a mesuré la capacité, la self-induction et l'induction mutuelle de trois lignes télégraphiques aériennes; il donne des détails sur les méthodes employées par lui pour ces mesures, qui n'avaient jamais été effectuées dans des conditions pratiques. — M. A. Leduc, préparant de l'azote en faisant passer de l'air atmosphérique sur une colonne de cuivre réduit par l'hydrogène et porté au rouge, avait observé dans ces conditions la réduction d'une petite quantité d'oxyde de cuivre ménagé à l'extrémité terminale de la colonne; il démontre qu'il se forme par l'action de l'hydrogène sur le cuivre au rouge sombre un hydruide de cuivre qui possède, au rouge, dans un courant d'un gaz inerte, une tension de dissociation appréciable; c'est cet hydruide, fixé par le cuivre, puis dissocié dans le courant d'azote, qui a faussé les déterminations de Regnault sur la densité de l'azote. — M. Guntz a repris la question de l'action de la lumière sur le chlorure d'argent; il a constaté directement un dégagement de chlore sous l'action des rayons solaires concentrés par une lentille; le résidu est constitué par du sous-chlorure d'argent Ag^2Cl identique au sous-chlorure obtenu du sous-fluorure; cette décomposition absorbe 28 cal. 7; par une action moins intense, la lumière donne une transformation isomérique ou un état de condensation différent du chlorure d'argent, qui alors abandonne facilement son chlore aux corps qui en sont avides (révélateurs); l'action prolongée de la lumière sur le sous-chlorure donne finalement de l'argent métallique. — M. Moissan avait observé que si l'on fait arriver du trichlorure de phosphore dans du chlore, la couleur verte disparaît, et qu'il en résulte un nouveau composé gazeux. M. C. Poulenc a repris l'étude détaillée de ce gaz, qu'il a préparé en notable quantité et qui répond à la formule PF^3Cl^2 ; il décrit ses principales propriétés. — M. A. Besson a combiné directement le brome de bore à l'hydrogène phosphoré; la composition du produit, obtenue en déterminant le volume d'hydrogène phosphoré qu'absorbe un poids donné de brome de bore, est $\text{BoBr}^3\text{, PH}^3$; ce corps est très altérable à l'air; chauffé à 300° dans un gaz inerte, il dégage de l'a-

cide bromhydrique et laisse comme résidu du phosphore de bore; M. Besson indique les principales propriétés de ce dernier corps. — M. L. Ouvrard en chauffant de la zircone dans du chlorure de calcium fondu à la température du bec Bunsen a obtenu le zirconate de chaux, CaO, ZrO^2 ; les cristaux présentent de grandes analogies avec le stannate de chaux préparé par le procédé de M. Ditté et avec le titanate de chaux naturel; au moyen des chlorures de strontium et de baryum, M. Ouvrard a préparé de même, quoiqu'avec plus de difficulté, les zirconates correspondants. — M. A. de Grammont a obtenu par l'action d'une solution de borate de soude sur du silicate de chaux, à haute température et sous pression, un silico-borate de chaux hydraté que sa composition et ses propriétés physiques paraissent identifier avec la *datholite*. — M. G. Patein a étudié l'action du fluorure de bore sur les nitriles de la série grasse et de la série aromatique; il a trouvé que le fluorure de bore se combine à ces corps molécule à molécule, comme Landolph l'avait vu pour les aldéhydes, acétones et carbonyles. — M. A. Haller, en traitant le dérivé potassé du camphre cyané par des iodures alcooliques et des chlorures acides, a obtenu, par double décomposition, une série de camphres cyanoalcoylés, cyanobenzoylés et le camphre cyanoorthotoluylé.

3^e SCIENCES NATURELLES. — A propos de la communication de M. Mintz, M. S. Winogradsky rappelle qu'il avait signalé le fait que le produit principal de la nitrification en cultures pures dans des solutions minérales est l'acide nitreux. Il ajoute les observations nouvelles qui suivent : des échantillons de terre provenant de points divers du globe, ensemencés sans purification dans des solutions minérales, ont donné des nitrates, qui se sont rapidement transformés en nitrates; dans des séries de culture successives, la transformation en nitrates a été constamment en diminuant, disparaissant plus ou moins vite suivant la provenance de l'échantillon initial; deux séries où la fonction d'oxydation des nitrates s'était conservée ont été utilisées pour la recherche de l'agent de cette oxydation; les cultures sur gélatine n'ont rien donné; la série provenant d'une terre de l'Amérique du Sud a donné dans des solutions de nitrite un petit bâtonnet, distinct de l'agent nitrificateur de la même terre, oxydant les nitrates et sans action sur l'ammoniaque. Les microbes vulgaires n'ont pas montré d'aptitude à oxyder les nitrates. — M. L. Boutan a observé à Suez les formes jeunes du *Parmophore*; l'étude de ces formes confirme les assertions que l'auteur avait émises à propos du développement de la fissurelle, à savoir que dans ce groupe de Gastéropodes, l'ontogénie est calquée sur la phylogénie. — M. A. Schneider communique diverses observations sur l'appareil circulatoire des amphipodes et des arachnides et sur l'appareil respiratoire des aranéides dans ses rapports avec la circulation. — M. P. Parmentier expose l'histoire du genre *Euclea* (Ébenacées) d'après les principes de M. Vesque. — M. M. Hovelacque décrit la structure du système libéro-ligneux primaire et la disposition des traces foliaires dans les rameaux du *Lepidodendron selaginoides*. — M. St. Meunier a examiné une pluie de pierres qui s'était produite à Pel-en-Der (Aube), le 6 juin dernier, au cours d'un orage; il résulte de ses remarques que les fragments de pierre de 25 à 35 millimètres ont dû être transportés par le vent à une

distance de 150 kilomètres à vol d'oiseau. — M. Ed. Willm a fait l'analyse des eaux salines thermales de Rennes-les-Bains (Aude); ces eaux offrent une réaction acide énergique et sont minéralisées par les sulfates ferreux et d'aluminium; elles renferment de l'acide sulfurique libre.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS. — M. E. Wolfbauer adresse une note sur un nouveau procédé d'extraction de l'aluminium. — M. G. Hinrichs adresse une note relative à la tension de la vapeur d'eau saturée; l'objet de cette note est de montrer que les résultats numériques récemment publiés par M. Cailletet s'écartent de ceux qui avaient été précédemment obtenus par Dewar, précisément dans le sens indiqué par les tracés qu'avait donnés M. Hinrichs, comme une conséquence des déterminations de Regnault supposées prolongées. — M. J. Laurent adresse une note portant pour titre : De la chaleur spécifique du chlorure d'ammonium et de ses conséquences au point de vue de la loi de Dulong et Petit et de la loi de Westyn. — M. F. Planat adresse une note relative à un appareil auquel il donne le nom de Boussole solénoïdale bimétallique, sans trace de fer.

Séance du 20 juillet

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Mouchez : Observations des petites planètes faites au grand instrument méridien de l'Observatoire de Paris, pendant le deuxième semestre de l'année 1890 et le premier trimestre de l'année 1891. — M. C. Flammarion : Disparition apparente presque totale des satellites de Jupiter. — M. Mouchez présente les procès-verbaux de la troisième réunion du Comité international de la carte du Ciel. Toutes les questions relatives à l'exécution de la carte sont aujourd'hui entièrement résolues; il n'est plus quelque doute que sur les procédés de mesure, d'utilisation et de reproduction des documents. La réunion a adressé à l'Académie des remerciements pour tout ce qu'elle a fait en faveur de l'œuvre de la carte du Ciel. — M. J. R. Hind : Éléments des comètes elliptiques de Swift (1889 VI) et Spitaler (1890 VII). — M. H. Bazin a étudié expérimentalement les pressions de l'eau dans un cas particulier des déversoirs (nappes noyées en dessous) dans le but de déterminer pour ce cas le coefficient m de la formule classique $Q = m l h \sqrt{2gh}$.

2^{es} SCIENCES PHYSIQUES. — M. D. Hurmuzescu a constaté qu'un fil métallique fin tendu, traversé par un courant continu, se met à vibrer; pour une tension déterminée, l'amplitude de la vibration paraît dépendre de la différence des températures du fil et du milieu ambiant. — M. Labatut a examiné ce qui se passe lorsqu'on applique le procédé de photographie des couleurs de M. Lippmann à des pellicules colorées; les radiations absorbées par la couleur employée impressionnent la plaque avec une rapidité relativement grande; la lumière blanche dans ces conditions colore la plaque; les radiations non absorbées interfèrent; celles absorbées produisent un système de lames minces donnant, sur la face de la pellicule en contact avec le mercure, la couleur complémentaire de celle employée, sur l'autre face, cette couleur même. — M. Leduc a repris la question de la composition de l'air, en se mettant à l'abri de la cause d'erreur qui vicie les expériences antérieures et qu'il a signalée dans la séance précédente à l'Académie (introduction d'hydrogène dans l'azote par le cuivre employé pour retenir l'oxygène); il s'est servi de la méthode de Brunner, en remplaçant la mesure du volume de l'azote par une pesée. — M. P. Sabatier a préparé du sélénium de silicium en chauffant au rouge du sélénium cristallisé dans un courant d'hydrogène sélénié; il décrit les principales propriétés de ce corps. — On sait qu'un mélange de deux corps fusibles, ne réagissant pas chimiquement au sens ordinaire du mot, fond à une température qui n'est pas la moyenne des points de fusion des corps composants. M. L. Vignon a repris expé-

riementalement la question pour divers hydrocarbures; il étudie la variation du point de fusion suivant la nature du mélange. — M. A. Livache a reconnu que le produit solide résultant de l'oxydation des huiles siccatives, traité d'une manière convenable par divers dissolvants, se laisse séparer en deux parties, l'une complètement soluble, l'autre se gonflant seulement par le dissolvant; cette propriété rapproche ce produit du caoutchouc. M. Livache propose de le préparer d'avance et de l'employer en pâtes ou mélanges fluides avec des dissolvants appropriés. — M. L. Carré propose pour doser le phénol de le transformer en acide picrique dans des conditions déterminées et d'évaluer calorimétriquement l'acide picrique formé.

3^{es} SCIENCES NATURELLES. — MM. D. Labbé et Oudin ont étudié l'action sur le sang de l'air ozonisé; au moyen de l'hématospectroscope de M. Hénocque, ils ont constaté une augmentation du taux de l'hémoglobine chez les sujets ayant subi ces inhalations. — M. A. Villiers a constaté, dans la transformation de la fécule en dextrine par le *B. amylobacter*, l'existence d'une diastase qui opère faiblement cette transformation, mais l'action principale est vraisemblablement due à la vie du bacille même. — MM. Hugouneau et Eraud ont isolé des cultures du gonocoque une toxalbumine qui jouit de la propriété spéciale d'irriter le testicule, à l'exclusion des autres tissus. — M. A. Charpentier résume les expériences qu'il a communiquées antérieurement à la Société de Biologie, expériences par lesquelles il démontre l'existence d'oscillations dans la sensibilité rétinienne, une courte phase d'excitabilité suivant à brève distance toute excitation. — M. Ch. Contejean a repris chez les batraciens l'étude de l'innervation de l'estomac. Il a constaté que le pneumo-gastrique est le nerf coordinateur des mouvements de l'estomac. La sécrétion est surtout commandée par le plexus intra-stomacal; le vague et le sympathique, en antagonisme l'un de l'autre, exercent une action régulatrice sur cette sécrétion. — M. L. Roule : Sur le développement du mésoderme des Crustacés et sur celui de ses organes dérivés. — M. A. Malquin a cherché à établir la morphologie des appendices céphaliques des annélides; il conclut que ces appendices doivent être homologues aux parapodes d'un segment unique. — MM. Lepine et Barral ont étudié la glycolyse dans le sang soumis à une circulation artificielle dans un membre séparé du corps; ils ont constaté comme précédemment in vitro une diminution de la glycolyse dans le sang des chiens diabétiques à la suite de l'extirpation du pancréas. — MM. Prillieux et Delacroix démontrent par des expériences que le parasite du ver blanc peut se communiquer au ver à soie; la maladie ainsi produite est très voisine de la Muscardine. — M. E. Blanchard compare les faunes et les flores de l'Amérique du Nord et de l'Europe pour y découvrir les preuves de communications terrestres entre ces deux continents pendant l'âge moderne.

M. Mascart lit une notice sur W. Weber.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS. — M. Ferron adresse un complément à son mémoire intitulé : Essai d'une théorie mathématique sur les fractures terrestres et les diastases artificielles. — M. Kondriawtzeff adresse un volume contenant les résultats de nombreuses recherches géologiques dans la région des usines Maltzef (Russie Centrale). L. LAPICQUE.

ACADEMIE DE MÉDECINE

Séance du 21 juillet 1891.

Discussion à propos de la communication faite par M. Lannelongue à la dernière séance, à laquelle prennent part MM. Le Fort, Guérin, Lannelongue, et Guéniot. — M. Panas : Héctroplastie dermique des paupières. La blépharoplastie classique à pédicule vivant mérite la préférence sur les autres méthodes, quand elle est possible. L'ancienne méthode, dite ita-

lienne, présente un grand inconvénient consistant dans l'obligation pour le malade de maintenir le bras, auquel on emprunte le lambeau de peau, pendant plusieurs jours dans une attitude forcée fort pénible à supporter. M. Panas emploie un procédé qui consiste à prendre des lambeaux de peau sur une partie quelconque du corps (tête, bras); les lambeaux sont assez volumineux. Dans un cas le lambeau pris sur la tête mesurait 5 centimètres sur 2, dans un autre jusqu'à 8 centimètres sur 2. M. Panas communique six observations se rapportant à diverses lésions: ectropion, cicatrices vicieuses après brûlures. Dans ces six cas le succès fut complet. — M. Laborde, par une étude prolongée des sels de strontiane purs, démontre que la strontiane et ses composés sont dépourvus de toute toxicité et qu'ils possèdent une innocuité propre et relative complète. A cet égard la différence entre les sels de potasse et ceux de strontiane est constante; tandis que les premiers finissent toujours, à la longue, par exercer une action nocive sur la nutrition générale, les seconds, au contraire, paraissent bienfaisants et favorables à cette nutrition.

M. Millard (de New-York) et M. Costomiris (d'Athènes) ont été élus membres correspondants étrangers.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 11 juillet 1891.

M. A. H. Pilliet a étudié histologiquement divers cas d'angiose du foie chez des sujets d'âges très différents; ses recherches lui ont montré que l'hématopoïèse continue à s'effectuer dans ces tumeurs jusqu'à un âge avancé. — M. Malassez rapporte avoir observé des faits analogues sur des tumeurs de la moelle des os, (tumeurs à myélopax) que l'on peut considérer comme des angiomes à leurs premiers stades de formation. — A propos de la note de MM. Albaran et Liuria sur le cathétérisme permanent des urètres, M. P. Poirier rappelle que cette opération a déjà été effectuée avec succès par de nombreux chirurgiens et par lui-même. — M. J. Moitessier a constaté que le travail musculaire (marche modérée) augmente l'élimination de la créatinine par l'urine.

Séance du 18 juillet 1891.

M. Domingos Freire lit un travail sur la vaccination de la fièvre jaune. — M. Poirier signale la facilité avec laquelle, sur le cadavre, une injection poussée dans l'urètre passe dans la veine rénale. — M. Nocard, après avoir vacciné une chèvre contre le charbon, lui a injecté une culture charbonneuse dans les conduits galactophores; depuis plusieurs semaines, la chèvre, très bien portante, donne un lait très abondant en bactéries charbonneuses. — M. R. Blanchard présente quelques observations sur trois helminthes rares de l'homme. — M. Mégnin signale chez le pigeon une forme de diphtérie œsophagienne paraissant particulière à cette espèce; elle peut rester latente chez les adultes, mais ceux-ci, en gavant leurs petits, leur communiquent la maladie, qu'ils tue rapidement. Ainsi s'explique le fait observé fréquemment par les éleveurs de pigeons, de couples en apparence bien portants perdant invariablement tous leurs petits en bas âge.

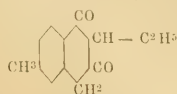
L. LAPICQUE.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 24 juillet 1891.

M. Tanret présente un nouveau modèle de dialyseur formé d'une feuille de papier plié en forme de caisse, que l'on pose sur une terrine pleine d'eau. On peut emplir ces caisses les unes dans les autres et renforcer autant que l'on veut l'action dialysatrice. — M. Hanriot confirme la constitution des isoxazols. Il a obtenu par l'action du brome, en présence de l'eau, sur l'amidométhyléthylisoxazol, la bromoxazalone correspondante. On peut enlever le brome par l'action des

réducteurs et obtenir la méthyléthylisoxazalone, corps très stable que n'attaquent ni le perchlorure de phosphore ni la potasse à l'ébullition. La bromoxazalone réagit à froid sur la potasse et donne le sel d'un acide monobasique $C_8H_8AzO_3$ avec séparation de bromure de potassium. — MM. Behal et Auger établissent la constitution des corps désignés par eux sous le nom d'acides à sels rouges et obtenus en faisant agir les chlorures de malonyle substitués sur les carbures aromatiques en présence du chlorure d'aluminium. Ils les considèrent comme des tétrahydro-métanaphthoquinones. Ils ont montré dans la précédente séance que l'attaque du noyau se faisait toujours en position para, si cela était possible, en ortho ou méta dans les autres cas. La naphthoquinone dérivée du méthoxylène a pour constitution :



Ce composé s'altère à l'air humide et donne de l'acide propionique et un acide bibasique. L'acide chromique provoque la même oxydation : C'est une méthode générale de préparation des acides bibasiques, des dérivés polysubstitués de la benzène. Ces acides donnent très facilement des anhydrides. La formation d'une dioxime montre la présence de deux fonctions cétoniques. L'hydrogénation donne des glycols et des pinacones; l'oxydation, au moyen du ferriocyanure en liqueur alcaline, donne des bitétrahydrométanaphthoquinones possédant quatre fonctions cétoniques. — MM. Behal et Auger ont réussi à préparer les acides β cétoniques en faisant réagir le chlorure de malonyle, les chlorures de malonyle substitués sur les carbures aromatiques, en présence du chlorure d'aluminium et du sulfure de carbone. — M. Le Chatelier présente la réclamation qui a été insérée dans le numéro précédent de la *Revue*. — M. Béchamp annonce que les substances extractives du lait, considérées comme renfermant des peptones, n'en contiennent point. Elles possèdent, en effet, un pouvoir rotatoire droit; or, toutes les peptones des albuminoïdes sont à pouvoir rotatoire gauche. M. Béchamp étend ces faits au lait de chèvre et d'ânesse et fait des restrictions pour le lait de femme. — M. Ossipoff lit une note de M. Potililtzine sur la formation des hydrates de chlorures de cobalt. Cette note n'est que la reproduction d'un mémoire publié en 1884. — M. Engel demande à ce propos si M. Potililtzine a fait quelques additions à son travail et, sur la réponse négative de M. Ossipoff, il ajoute qu'il a développé longuement dans son mémoire le travail de M. Potililtzine. — M. Ossipoff est en train de déterminer, avec un de ses élèves, par la méthode cryoscopique, la grandeur moléculaire des aluns. — MM. Le-pierre et Lachaud ont étudié l'action de la potasse à divers états de concentrations, sur le chromate de thallium, Tl_2CrO_4 . Le chromate de thallium est légèrement soluble à l'ébullition dans la potasse en solution binormale; par refroidissement, il se dépose en prismes à six pans, orthorhombiques; il est donc isomorphe avec le sulfate et le chlorure de potassium. La potasse fondante agit sur le chromate de thallium en donnant le sesquioxyde Tl_2O_3 formé de paillettes hexagonales. En chauffant un mélange de chromate de thallium et de chromate de potasse dans du nitrate de potassium fondu, on obtient un chromate double $Tl_2CrO_4 \cdot K_2CrO_4$. Enfin le chlorure thalleux fraîchement précipité réagit sur l'acide chromique dissous dans un peu d'eau en donnant le chlorochromate de thallium $CrO_2 \begin{array}{l} \text{OTl} \\ \text{Cl} \end{array}$. — M. Bertrand dit que la réclamation de M. Tollens n'est pas fondée, puisqu'il s'est occupé d'un sujet différent du sien et ajoute qu'il n'y a pas lieu de chercher s'il y a ou non antériorité. —

— M. Lebel dépose sur le bureau trois notes de M. Sabatier relatives aux sulfures de bore, au séliénure de bore et au séliénure de silicium.

A. COMBES.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 3 juin 1891

M. Pettit donne quelques explications sur le procédé Anderson pour l'épuration des eaux, à propos de la visite faite par la Société à l'usine de Boulogne-sur-Seine, où la Compagnie générale des eaux expérimente ce procédé. Il consiste à brasser pendant quelques minutes avec du fer, dans un cylindre tournant autour d'un axe horizontal, l'eau à épurer ; il se produit des sels ferreux que par aération on transforme en sels ferriques. Ceux-ci se déposent par décantation sur un filtre de sable en une couche gélatineuse qui constitue le véritable filtre ; l'eau de Seine perd ainsi de 60 à 75 0/0 de matières organiques et ne contient plus que 50 microbes par centimètre cube. — M. Duroy de Bruignac expose sur le zéro absolu et le coefficient de dilatation une théorie que discute M. Bertrand de Fontviolant. — M. Haubtmann, dans une communication sur l'éclairage électrique de Londres et les hautes tensions, s'occupe d'abord du prix de l'énergie électrique. Le cheval-heure coûte à Paris 0 fr. 90 et ne s'abaisse pas en France au-dessous de 0 fr. 52, prix auquel il est fixé depuis le 1^{er} juin 1891 dans la ville de Saint-Brieuc ; il vaut 0 fr. 375 à Londres, c'est-à-dire trois fois plus cher que le gaz ; c'est Fribourg la ville d'Europe où il est vendu le meilleur marché : 0 fr. 15 et, pour une consommation supérieure à 20 chevaux, 0 fr. 10. De tels écarts ne dépendent pas seulement du prix de la force motrice. Car, en déduisant celui-ci, le cheval-heure reste encore à Paris à 0 fr. 75 au lieu qu'il revient à Fribourg à 0 fr. 425 ; ces écarts viennent des différences entre les sommes de capitaux engagées, différences qui résultent des systèmes adoptés. Ceux-ci sont de deux sortes : 1^o Secteurs à petites stations centrales urbaines ; 2^o Secteurs à usines excentriques établies dans des endroits propres à la production économique. M. Haubtmann examine ensuite les moyens employés pour répondre à la sécurité du service et à l'économie de production. Relativement à ce dernier point, on peut diviser les installations en trois classes : 1^{re} Installations à matériel mécanique réduit : tel est à Londres le système de la compagnie de Chelsea, dont la station génératrice alimente quatre stations secondaires d'accumulateurs. 2^{es} Installations à distribution économique. Celle-ci est réalisée soit au moyen de fils multiples, soit par le retour à la terre, soit par la disposition en série. A Londres les compagnies de Westminster et de Pall Mall et Saint-James's emploient le système à 3 fils d'Edison ; la Metropolitan C^o se sert des courants alternatifs Westinghouse et des transformateurs Gaulard, dont un des pôles est à la terre. 3^{es} Installations à pertes réduites sur la ligne, recourant aux hautes tensions. Des courants alternatifs de 10.000 volts sont employés par la London Electric Supply Corporation. Ce sont ces hautes tensions que M. Haubtmann croit appelées à prévaloir dans un prochain avenir.

Séance du 19 juin

M. le Président annonce que le prix annuel de la Société est décerné à M. Normand pour son mémoire sur la machine à vapeur dans les torpilleurs, et le prix Nozo à MM. Lencachez et Durant pour leur mémoire sur la production et l'emploi de la vapeur. — M. Henri Chevallier décrit le Soudéur Belloc, qui permet d'exécuter avec rapidité et précision les sondages sous-marins ; cet appareil est remarquable par sa légèreté et par la disposition d'un frein qui produit l'arrêt automatique quand le poids de sonde touche le fond. — M. Regnard présente une note de M. Yankowsky sur l'accident arrivé aux appareils employés dans le port

de Novorossisk (mer Noire), à la construction d'une jetée en blocs artificiels. La grue amenant les blocs était supportée par un pont à six piles tubulaires qu'on avançait au fur et à mesure en faisant flotter jusqu'à l'avant les deux piles d'arrière ; d'ailleurs, les piles s'appuyaient simplement sur des enrochements et n'étaient réunies ensemble que par des poutres à treillis sans contreventement ; ces conditions d'établissement, jointes à la hauteur de l'appareil (14 mètres), ne lui donnaient pas une stabilité suffisante pour résister à une violente tempête. — Une théorie exposée dans une précédente séance par M. Casalunga, sur le Maximum théorique du rendement direct des machines à vapeur, donne lieu à une intéressante discussion à laquelle prennent part l'auteur de cette théorie et MM. Richard, Arnoux et Bertrand de Fontviolant qui la contestent.

P. JANNETTAZ.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 18 juin 1891.

M. Normann Collie. Note sur quelques réactions de l'acide dihydrique. La lactone de l'acide triacétique. — M. W. H. Perkin. Pouvoir réfringent de certaines substances organiques à différentes températures. L'auteur étudie le pouvoir réfringent de certaines substances, pour voir si l'on retrouve les particularités observées dans l'étude du pouvoir rotatoire magnétique. Il trouve

que l'énergie réfractive spécifique $\left(\frac{n-1}{d}\right)$ n'est pas constante aux différentes températures ; elle diminue quand la température s'élève. La formule de Lorentz ne donne pas non plus de valeurs constantes, mais conduit à des nombres d'autant plus forts que la température est plus élevée. M. Gladstone fait remarquer que cela constitue un argument en faveur de l'ancienne formule que M. Dale et lui avaient trouvée sensiblement indépendante de la température. Plus la température s'élève en effet, plus un corps se rapproche de l'état gazeux, et il est bien connu que la réfraction d'un corps est plus faible à l'état gazeux qu'à l'état liquide. — MM. Ludwig Mond et F. Quinke. Note sur un composé volatil de fer et d'oxyde de carbone. Du fer très divisé obtenu par réduction de l'oxalate à 400°, refroidi dans l'hydrogène à 80° et soumis à l'action d'un courant d'oxyde de carbone, donne un composé volatil qui se décompose entre 200 et 300° en formant des miroirs de fer métallique. L'analyse du composé conduit à la formule $\text{Fe}(\text{CO})_4$. — M. Henri Armstrong. La formation des sels. Contribution à la théorie de l'électrolyse et à l'étude de la nature des réactions chimiques dans le cas des corps non électrolytes. — M. Sydney Young. Dibenzyl-cétone. Tensions de vapeur de la dibenzyl-cétone. Tensions de vapeur du mercure.

SOCIÉTÉ ROYALE D'ÉDIMBOURG

Séance du 20 juillet 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Le professeur Copeland lit un mémoire sur les traînées lumineuses qu'on aperçoit sur la lune. On sait depuis longtemps que la lumière réfléchiée par la lune au moment du premier et du dernier quartier est de beaucoup inférieure à la moitié de ce qu'elle envoie pendant la pleine lune ; on attribuait ce fait à l'ombre projetée par les hautes montagnes lunaires. Le professeur Copeland a remarqué qu'autour des cratères rayonnaient des traînées lumineuses, rectilignes ou en zigzag, qui prennent un vif éclat quand elles sont éclairées normalement et disparaissent quand la lumière tombe sous un angle d'incidence un peu considérable ; le nombre de ces stries et leur variation d'éclat sont suffisants pour expliquer le changement dans la quantité de lumière envoyée. On peut reproduire les mêmes apparences à l'aide d'un modèle en plâtre sur lequel les stries sont représentées

par des chapelets de petites perles de verre. On sait d'ailleurs que l'éclair qui jaillit de l'œil des animaux placés dans l'obscurité ne se produit que quand ils reçoivent la lumière bien en face.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — Le professeur **Knott** a constaté que la capacité intérieure de tubes de fer et de nickel varie quand on les aiment longitudinalement. Les tubes sont soigneusement bouchés à leurs deux extrémités et l'un des bouchons est traversé par un tube capillaire; les tubes sont remplis d'alcool coloré par de la cochenille; le mouvement de la colonne liquide dans le tube capillaire indique les variations de volume; on l'observe à l'aide du microscope. Pour le fer il y a diminution du volume intérieur, cette diminution passant d'ailleurs pour un maximum pour la valeur du champ qui produit le maximum d'extension longitudinale. Pour le nickel on observe le même phénomène, mais la diminution de volume continue à s'approcher de zéro et finit par changer de signe. On n'observe rien avec un tube de verre. — Le professeur **Tait** lit un mémoire sur la définition et la mesure de la température dans un système de particules exerçant des actions moléculaires réciproques.

3^e SCIENCES NATURELLES. — Le professeur **Mackintosh** présente des considérations sur le développement de l'histoire naturelle de poissons marins. Il a démontré qu'un grand œuf de mer jusqu'ici inconnu était celui du *platessa limanda*; il a étudié également la reproduction des anguilles de sable.

Les séances de la Société sont suspendues jusqu'au mois de décembre.

W. PEDDIE,
Docteur de l'Université.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 25 juin 1891.

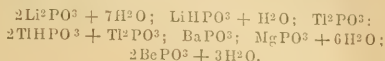
1^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. Kundt présente un travail de MM. **Kriger-Menzel** et **Raps** sur les vibrations des cordes. Les cordes étaient de minces fils d'acier tendus devant la fente d'une lampe électrique. L'image de la corde fut projetée par un système de lentilles sur un tambour qui tournait avec une vitesse constante et qui était couvert de papier photographique. Le type général des images obtenues de cette manière représente des zigzags, que M. **Helmholtz** avait déjà reconnus dans son microscope de vibration comme la figure caractéristique des cordes mises en vibration à l'aide d'un archet. La mesure exacte et un examen analytique des figures obtenues fait reconnaître que toutes les vibrations partielles, ayant un nœud près du point touché par l'archet, sont développées avec une netteté supérieure. Dès que l'archet est appliqué au point même qui correspond au nœud de ces vibrations, la figure change subitement parce que ces vibrations ne peuvent plus se produire. Le point touché se meut avec une vitesse constante vers le haut pour descendre subitement avec une vitesse constante aussi, mais plus grande que la première : de là ces zigzags réguliers qu'on obtient.

2^e SCIENCES NATURELLES. — M. T. du Bois-Raymond présente un travail de M. **Rosenthal** (Erlangen) qui s'occupe de mesures calorimétriques. L'auteur expose quelles erreurs on commet en identifiant l'émission de chaleur d'un animal avec sa production de chaleur, car des altérations de la peau peuvent changer l'émission de chaleur, quoique la production de chaleur soit restée la même. M. **Rosenthal** s'occupe dans le présent travail surtout d'animaux en fièvre. De ce que la consommation est suivie d'une augmentation d'oxygène et d'une émission de plus grandes quantités d'acide carbonique, on a conclu que, pendant la fièvre, il y a augmentation de production de chaleur. M. **Rosenthal** a observé pendant plusieurs jours au sein de son calorimètre des animaux tout à fait sains auxquels on communiquait ensuite la fièvre par l'injection de liqueurs pyrogènes. La température du calorimètre baisse d'abord pendant la fièvre tandis que la température de l'animal monte; il y a donc une rétention de chaleur, comme M. **Frankle** l'a

déjà observé, et non une plus grande production de chaleur, au moins pendant la période initiale de la fièvre. En provoquant un abaissement rapide de la température de l'animal par une injection d'antipyrine, on observe au calorimètre une émission plus énergique de chaleur. Après tout, M. **Rosenthal** croit que les moyens pyrogènes, loin d'augmenter la production de chaleur, diminuent seulement le coefficient d'émission. — M. **Frische** annonce dans une note présentée également par M. du Bois-Raymond qu'il a réussi à poursuivre les nerfs électriques des *Mormyrides* jusqu'à leur origine à l'épine dorsale.

Séance du 26 juillet

M. **Rammelsberg** : Sur quelques sels de l'acide hypophosphorique. Il a préparé et analysé les sels suivants :



Sous l'influence de la chaleur les hypophosphates se changent en pyrophosphates et en phosphites des métaux respectifs, d'après la formule :



D^r HANS JAHN.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 9 juillet 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **Gegenbauer** : Note sur le symbole de Legendre et Jacobi.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. **Adler** : Sur une méthode de détermination du coefficient d'aimantation des corps solides au moyen de la balance. Le mémoire recherche dans quelles dispositions il faut se placer pour pouvoir déduire de l'attraction mécanique d'une substance dans un champ magnétique le coefficient d'aimantation de la substance. Le calcul montre qu'on réalise ces conditions en donnant à la substance la forme d'un fil très long et très fin, dont un morceau très long en proportion de son épaisseur est situé dans un champ magnétique homogène de telle sorte que les lignes de force soient parallèles à l'axe du fil, tandis que l'autre section transversale du bout se trouve à un point où la force magnétique a une valeur infiniment faible. Le nombre de lignes de forces qui arrivent à l'extrémité antérieure, par unité de surface, est :

$$p = J_1 H_1 - \int_0^{\sigma_1} \frac{J dJ}{k}$$

H_1 étant l'intensité dans le champ homogène, J_1 le moment magnétique développé dans la substance même

et $k = \frac{J}{H}$ le coefficient d'aimantation. Les valeurs calculées par cette formule et en appliquant la méthode de calcul de l'intégrale indiquée par **Stofan** concordent avec celles que donne l'expérience. De plus, **Quincke** a montré que si, dans une seconde série d'expériences, on place l'axe du barreau normal aux lignes de force du champ homogène, le nombre $p^\perp$ des lignes de force magnétiques dans ce second cas est au nombre précédent $p^\parallel$ dans le rapport

$$\frac{p^\perp}{p^\parallel} = 1 + 2\pi k.$$

Ce rapport se trouve bien, en fait, dépendre de la force magnétisante, et il est plus grand pour les champs faibles que pour les champs puissants. — M. **Gottfried Grün** : Contribution à la connaissance des permanganates. — M. **Glücksman** : Sur la connaissance de

¹ Comptes-rendus de l'Académie de Vienne; 69, p. 202.

l'acide triméthyléthylidénolactique. — M. Natterer, chimiste de l'expédition du vaisseau *Pola* dans l'été 1890 : Recherches chimiques sur la Méditerranée orientale. Le mémoire donne le résumé de 80 analyses d'eau de mer. On a déterminé, à bord du vaisseau, le contenu de cette eau en acide sulfurique, en acide carbonique, en ammoniacque, en ammoniacque provenant de l'oxydation des substances organiques azotées de l'eau de mer; en oxygène employé à l'oxydation des substances organiques et en salpêtre (plusieurs de ces déterminations se font par une méthode calorimétrique). A Vienne on a ensuite titré les eaux apportées en chlore, acide sulfurique, brome, calcium, magnésium, potassium, sodium, sels contenus simplement à l'état de trace dans l'eau de mer, etc.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. Ludwig : Sur l'action du bacille de l'œdème malin sur les hydrates de carbone. — Sur quelque poissons nouveaux et rares de l'archipel des Canaries, des rivières de l'Amérique du Sud et de Madagascar sous le titre : Mémoires ichthyologiques XV. Les nouvelles espèces découvertes sont : *Serranus Simonyi* (Canaries); *Alphanopus Simonyi* (Sainte-Croix de Ténériffe); — *Bergia altipinnis* (Montevideo); — *Tetragonopterus lineatus* (fleuve des Amazones, près d'Iquitos); — *Tetragonopterus anomalus* (Rio Parana); *Pomacentrus Grandieri* (Madagascar).

Emile WEYR,
Membre de l'Académie

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances de mai 1891

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Tacchini présente le résumé des observations faites sur le Soleil pendant le premier trimestre de 1891, à l'Observatoire du Collège Romain. On voit que le phénomène des taches et celui des facules montre un sensible accroissement sur le trimestre précédent. Le phénomène des protubérances est aussi plus marqué, et l'on peut dire qu'en février, il y a eu un réveil particulier de tous les phénomènes à la surface du Soleil, où l'on a observé encore des éruptions métalliques. — M. Pittarelli : Sur les lignes asymptotiques d'une classe de surfaces gauches de genre zéro. Sur les lignes asymptotiques des surfaces gauches rationnelles de Cayley. — M. Favero : Sur une récente formule de M. Heymann, relative à l'expression des racines de l'équation générale algébrique. — M. Tacchini rend compte à l'Académie des indications données par les appareils enregistreurs du Collège Romain, lors de l'explosion d'un dépôt de poudres près de Rome. L'énorme quantité de gaz développée par la combustion de presque 265 tonnes de poudre, en augmentant la pression atmosphérique, a causé dans le barographe un saut de 11,4 millimètres sur la courbe normale, et un abaissement consécutif de 8,8 millimètres au-dessous de cette courbe. La grande vague atmosphérique a fait ressentir son action sur le baromètre jusqu'à 22 kilomètres de distance; le bruit de l'explosion a été entendu jusque dans la campagne de Forlì, à 250 kilomètres de Rome. L'ébranlement du sol a été très fort et il s'est propagé avec une vitesse plus grande que celle du son. Des indications fournies par les sismographes, qui ont commencé à marcher avant que le bruit de l'explosion et la vague atmosphérique arrivassent à l'Observatoire, M. Tacchini déduit que cette vitesse de propagation de la secousse dans le sol, a été double de celle du son dans l'air. — M. Grabovitz a eu occasion d'étudier l'occlusion accidentelle d'une source de l'établissement balnéaire d'Ischia, causée par un dépôt de matériaux divers qui étaient tombés dans la source pendant l'exécution de travaux. Cette occlusion a produit dans l'eau de la source des variations thermiques remarquables, et des changements dans le régime des sources voisines. M. Grabovitz donne de nombreux détails sur ces phénomènes, et il fait observer que l'occlusion d'une source peut avoir de graves conséquences, parce que l'eau, obligée de changer son parcours, peut parvenir jusqu'à des couches plus chaudes,

pouvant même avoir la température de l'ébullition. En effet, lors de l'occlusion de la source, on a entendu des bruits souterrains qui, ainsi que des trépidations du sol, ont persisté après que la source avait été déblayée. Il est donc probable que tous ces phénomènes soit la conséquence des changements apportés par l'occlusion de la source dans le régime des eaux du sous-sol; et l'on doit considérer les variations thermiques des sources comme la cause ou l'effet d'autres phénomènes.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. Righi entretient l'Académie des expériences qu'il a exécutées en produisant des décharges électriques, au moyen d'une forte batterie, dans l'air plus ou moins raréfié. En changeant les conditions de l'expérience, la décharge qui présente d'ordinaire l'aspect d'une flamme, d'une masse lumineuse passant d'une électrode à l'autre avec la vitesse moyenne d'un mètre par seconde, peut se subdiviser en une série de masses lumineuses, qui se suivent et présentent l'aspect de gouttes d'eau. M. Righi a réussi à obtenir des images photographiques de ces masses lumineuses en mouvement et de leurs différentes modifications; il se propose de s'occuper de ces images dans un Mémoire où il traitera en détail tous les phénomènes qu'il a étudiés. — M. Ascoli s'occupe de la relation qui existe entre la force électromotrice et la chaleur chimique de la pile. Si l'on a deux éléments identiques reliés en opposition, et qu'on élève la température d'un de ces éléments, on obtient un courant. Il est facile de voir que si la force électromotrice décroît lorsqu'on élève la température, la chaleur voltaïque doit être moindre que la chaleur chimique; et, que si la force électromotrice devient plus grande, c'est le contraire qui se vérifie. En effet, s'il n'en était ainsi, on aurait un transport continu de chaleur de l'élément froid à l'élément réchauffé, et le courant pourrait subsister avec une dépense minime d'énergie. L'équation

$$\text{de Helmholtz } E = Q + \frac{dE}{dT} T, \text{ qui conduit au résultat pré-}$$

cédent, reste démontrée en appliquant au système considéré un raisonnement tout à fait semblable à celui employé par Thomson pour les piles thermo-électriques. Ce raisonnement démontre que le terme $\frac{dE}{dT} T$ re-

présente la somme des phénomènes Peltier apparents qui se produisent dans la pile, c'est-à-dire de ces phénomènes qui donnent origine aux courants thermo-électriques entre métaux et électrolytes. La somme des phénomènes Peltier vrais serait mesurée par E même, et elle resterait marquée par le développement de la chaleur chimique. De cette manière serait résolu le débat entre Duhnen et Gockel relatif au phénomène Peltier des piles et à la vérification expérimentale de l'équation de Helmholtz. — M. Battelli a repris les expériences exécutées par M. Bruchietti¹, pour déterminer l'influence de la force électromotrice des électrodes dans l'étude des courants telluriques. Il arrive à la conclusion que les résultats, dont il avait déjà donné communication, sur les variations de la force électromotrice et de la direction des courants telluriques, restent toujours les mêmes². Il existe vraisemblablement encore certains rapports entre les courants telluriques et quelques éléments météorologiques, mais ils ont pu échapper à M. Battelli à cause des changements des forces électromotrices engendrées par le contact des électrodes avec le sol. — MM. Mond et Nasini exposent le résultat de leurs recherches sur le composé obtenu par M. Mond en faisant agir l'oxyde de carbone sur le nickel métallique réduit par l'hydrogène. Ils ont étudié le composé $\text{Ni}(\text{CO})_4$ en relation avec la loi de Raoult, et ils ont reconnu qu'en solution benzolique, on obtient pour l'abaissement moléculaire du point de

¹ *Revue générale des Sciences*, t. 1^{re}, 1890, page 750.

² *Ibid.*, page 350.

congélation, des valeurs qui correspondent, avec une suffisante exactitude, à la formule donnée ci-dessus. En étudiant le coefficient de dilatation du liquide, les auteurs trouvent l'expression suivante, qui représente les variations du volume en fonction de la température.

$$V_t = 1 + 0,0016238 t + 0,00006008 t^2 + 0,00000005303 t^3.$$

Le nickel tétraoxycarbonique est donc un composé doué d'un coefficient de dilatation très élevé; il a la densité de 1,35613 à 0°. Ce composé jouit encore d'un fort pouvoir de réfraction et de dispersion, et ce dernier est très peu différent de celui du sulfure de carbone. Les auteurs arrivent à la conclusion que ce composé du nickel a une réfraction atomique beaucoup plus élevée que la réfraction qu'il possède à l'état métallique ou dans les sels. Ils croient que cette réfraction plus grande du nickel doit dépendre de la forme de la combinaison, parce que le nickel dans le composé paraît octaédral, tandis que dans l'oxyde et dans les sels il est bivalent. Ce fait se trouverait en harmonie avec la place que M. Mendelejeff a assignée au nickel dans son système périodique. — MM. Leone et Magnanini ont fait des recherches sur la nitrification de l'azote organique, étudiant la marche du phénomène dans l'eau, où la détermination des acides nitreux et nitrique est plus simple; de plus, la transformation de l'azote s'accomplit d'une façon régulière, ne dépendant pas des conditions de porosité ou d'humidité du terrain. Les auteurs ont reconnu que dans l'acide nitrique, dernier produit de l'oxydation, l'azote se trouve en quantité moindre que dans la substance originale; ils se proposent de faire de nouvelles expériences pour établir si cet azote disparaît par les fermentations, ou s'il reste à l'état d'azote organique non transformable. — M. Giorgis : Action du peroxyde d'hydrogène et de l'eau saturée d'anhydride carbonique, sur le magnésium métallique. — M. Zanetti : Sur une nouvelle méthode pour déterminer la constitution des homologues du pyrrol. — MM. Zatti et Ferratini : Sur le poids moléculaire du nitrosoindol. — M. Pellizzari : Recherches sur la guanidine. — M. Negri : Sur la forme cristalline de quelques dérivés de la cantharidine.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. Mingazzini décrit de nouvelles espèces de Grégarines qu'il a trouvées dans l'intestin de quelques vers, crustacés, tunicés, vivant dans le golfe de Naples. L'auteur a fait l'importante remarque que les états évolutifs des espèces supérieures sont parfaitement semblables à l'état adulte des espèces inférieures; cette remarque n'avait pas encore

été faite jusqu'à présent pour les protozoaires, mais pour les métazoaires seulement. — M. Giesbrecht donne, dans une nouvelle note, la liste des Copépodes recueillis par M. Chierchia dans son voyage de circumnavigation, et par M. Orsini dans la mer Rouge. Les nouveaux genres sont très nombreux; pour chaque espèce est indiqué le lieu où l'on a trouvé les individus, et la profondeur à laquelle ils ont été pêchés. — M. Foi : Sur la quadrille des centres; un épisode nouveau de la fécondation. — M. de Stefani donne la conclusion de ses études sur la géologie de la Sardaigne. Cette île ne montre pas de différences dans ses terrains azoïques et paléozoïques, avec les régions circonvoisines de la Méditerranée. Des soulèvements se sont produits dans la période tertiaire, accompagnés par de puissantes éruptions volcaniques. La Sardaigne est, géologiquement, indépendante de l'Italie, et cette indépendance géologique se retrouve dans les affinités biologiques; sous ces rapports, au contraire, la Sardaigne et la Corse sont étroitement liées entre elles. — M. Tizzoni et M. Cattani ont poursuivi leurs recherches sur la substance, quelle qu'elle soit, qu'ils ont appelée antitoxine du tétanos, capable de rendre les animaux réfractaires au tétanos lorsque ces derniers ont été inoculés avec du sérum d'animaux réfractaires à l'inoculation tétanique. M. Tizzoni et M. Cattani ont observé que ce sérum conserve son action sur le poison du tétanos jusqu'à la température de 60° C.; cette action est détruite à la température à laquelle se produit la coagulation de l'albumine, ce qui fait penser que l'antitoxine du tétanos doit appartenir aux substances albuminoïdes. Les auteurs ont encore reconnu que l'antitoxine n'est pas une substance dialysable, et ils ont étudié les modifications qu'elle subit sous l'action des acides, des alcalis, des sels. Ces expériences conduisent à admettre que l'antitoxine du tétanos, contenue dans le sérum du sang d'un chien réfractaire, est une substance albuminoïde dont les propriétés principales correspondent à celles des enzymes. L'extrait de sangsue ne modifie pas les propriétés de l'antitoxine. D'autres recherches furent exécutées par les mêmes expérimentateurs pour déterminer le mode d'action de cette substance. On a trouvé que l'antitoxine n'existe ni dans les tissus ni dans les organes, mais qu'elle se trouve dans le sang et surtout dans le sérum. Préparée à l'état sec, l'antitoxine donne l'immunité aux souris, mais elle ne manifeste aucune action lorsqu'on l'injecte aux animaux, même en forte quantité, après une inoculation tétanique.

Ernesto Mancini.

CORRESPONDANCE

SUR LA CRAIE PHOSPHATÉE

MONSIEUR LE DIRECTEUR,

Dans l'article que j'ai consacré à la question de la craie phosphatée de Picardie¹, j'ai eu soin de constater que les conclusions de MM. Renard et Cornet, relatives à l'origine organique du phosphate des nodules, s'accordaient avec les faits observés dans d'autres gisements de phosphates, tels que ceux de Ciply et des Ardennes. Mais j'ignorais alors que des observations du même genre eussent été récemment faites, tant sur les calcaires triasiques de la Lorraine que sur les gîtes phosphatés éocènes de l'Afrique, par M. Bleicher, le savant professeur à la Faculté des sciences de Nancy².

M. Bleicher a d'abord reconnu que le calcaire du muschelkalk supérieur des environs de Lunéville, en dehors des os, des dents et des écailles qu'on y a depuis longtemps signalés, renferme des débris osseux

microscopiques, complètement minéralisés et ayant tantôt conservé, tantôt perdu leur structure caractéristique.

Quant aux échantillons de phosphates d'Algérie et de Tunisie, dont il a pu examiner toute une série, M. Bleicher y a trouvé de telles quantités de menus débris osseux, de dents et d'écailles de poissons, qu'il déclare n'avoir « pas été tenté de chercher ailleurs l'origine de ce minéral ». Aussi concluait-il en disant que « quand, dans un gisement sédimentaire, on trouve une forte teneur en phosphate, et surtout quand la roche examinée est farcie de débris osseux, on peut attribuer cette abondance du phosphate à la dissociation des os et de la matière organique qui les accompagnait. »

Nous sommes heureux de rendre à M. Bleicher la justice qui lui est due, en montrant qu'il y a plus d'un an de patientes observations microscopiques avaient suggéré à ce savant des vues tout à fait conformes à celles que MM. Renard et Cornet ont si habilement développées.

A. DE LAPPARENT.

¹ Revue générale des Sciences, 30 juin 1891.

² Bulletin des séances de la société des sciences de Nancy, 15 juillet 1890, 2 février 1891. — Comptes-Rendus, 9 juin 1890, 4 mai 1891.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

WILHELM WEBER¹

Trois savants distingués : Ernest-Henri Weber, l'éminent physiologiste et naturaliste, Wilhelm-Edouard, l'illustre physicien, et Edouard-Frédéric, le physiologiste, sont les fils du théologien bien connu Michel Weber; ils sont nés à Wittembourg.

Le penseur le plus original des trois était Wilhelm Weber, né le 24 octobre 1804 : c'est dans un travail fait en commun avec son frère aîné, Ernest-Henri, qu'il publia sa *Théorie des ondes*. En commun avec son plus jeune frère, il fit la *Mécanique des rouages de la machine humaine*. Ces deux livres sont devenus d'une importance fondamentale en biologie; c'est dans ces ouvrages que fut pour la première fois développée complètement et d'une façon tranchée l'opposition entre « la méthode expérimentale dans les sciences de la Nature » et la « méthode fantaisiste de la philosophie naturelle », alors dominante.

Dans tous ses travaux, Wilhelm Weber a mis en pratique la méthode d'investigation devenue aujourd'hui le bien commun de tous les savants qui étudient la Nature : on en appelle d'abord à l'observation; on rassemble avec pondération toutes les expériences décisives; on rapproche un phénomène d'un autre, jusqu'à ce qu'enfin l'énigme compliquée se décline d'elle-même. Ce n'est qu'avec une pareille méthode de recherche, sévèrement scientifique, qu'il sera possible de ramener un phénomène biologique aussi complexe que la marche de l'homme aux lois rigoureuses de la physique.

La « théorie des ondes » apportait une base à la Physique non seulement médicale, mais même générale. L'Acoustique et l'Optique tirèrent un grand profit de cette théorie des ondes; la question de l'existence des ondes longitudinales et transversales y reçut une réponse fondée sur l'expérience.

Ce sont les recherches électriques et magnétiques qui ont eu dans l'esprit de Weber la part du lion. Dans ce domaine le nom de Weber est lié pour toujours à plusieurs découvertes absolument fondamentales; c'est là aussi que Weber a rempli sa tâche capitale, qui a porté son nom, associé à celui de son collaborateur Gauss, bien au delà des limites de sa patrie et jusque dans les cercles profanes; je veux parler de sa découverte du système télégraphique qui repose sur l'induction magnétique. Tout le monde apprécie aujourd'hui les bienfaits de la télégraphie électrique, le rôle de cette invention dans les relations et la vie intellectuelle des peuples; l'histoire a déjà enregistré les services que le télégraphe a rendus à l'humanité; on peut avec raison appeler le réseau des fils télégraphiques « le système nerveux des peuples de la Terre ». Si l'on fait abstraction des expériences de Sommering, on trouve que ce fut le désir de Weber et de Gauss de communiquer entre eux promptement et facilement au cours de leurs travaux scientifiques, qui donna naissance au premier télégraphe. Weber travaillait à l'Institut de Physique et Gauss à l'Observatoire astronomique, assez éloigné. Weber avait, dès 1833, fait avec succès les premiers essais sur la télégraphie électromagnétique; Gauss les présenta le 9 août 1844 à la Société des Sciences de Göttingue : « Nous ne pouvons, disait-il, passer sous silence une disposition remarquable et jusqu'à ce jour unique dans son genre, que nous devons à notre collègue, M. le Professeur Weber. Il a installé l'année passée déjà un double fil

qui part de son cabinet de physique, passe dans la ville au-dessus des maisons, et va ainsi jusqu'à l'Observatoire astronomique; il a été prolongé maintenant de l'Observatoire astronomique jusqu'à l'Observatoire magnétique. Il comprend une grande pile galvanique; le courant produit traverse un fil qui s'enroule aux deux extrémités sur des multiplicateurs sensibles; il est calculé de manière à traverser une longueur de fil de près de neuf mille pieds... On ne remarque pas sans admiration comment il se peut qu'un simple couple de plateaux à une extrémité met instantanément en mouvement le barreau aimanté à l'autre bout, et lui imprime une déviation de plus de mille divisions de l'échelle... La facilité et la sûreté avec laquelle on commande par le commutateur la direction du courant et le mouvement de l'aiguille, qui en résulte, avait suggéré l'année passée déjà des expériences sur l'application à la transmission de signaux télégraphiques, expériences qui ont réussi aussi complètement avec des mots entiers et de petites phrases. Sans aucun doute, il sera possible, d'une manière analogue, d'établir une liaison télégraphique immédiate entre deux points éloignés l'un de l'autre d'un grand nombre de milles; seulement ce n'est pas ici naturellement le lieu de développer plus longuement ces idées sur la question. » Les inventeurs se contentèrent de ces indications sommaires publiées dans les *Travaux des savants de Göttingue*, laissant à d'autres l'exploitation de leur invention.

Les recherches conduites en commun par Weber et Gauss sur le magnétisme terrestre restent encore aujourd'hui les plus précieuses dans cette branche de la Science. A ces recherches se rattachent les travaux de Weber sur l'induction par le magnétisme terrestre, sur les courants d'induction et l'induction unipolaire, travaux qui le conduisirent en définitive à une théorie de l'induction.

De la même façon, Weber fut conduit par plusieurs travaux isolés à sa loi fondamentale des actions électriques, à laquelle une relation étroite avec le principe de la conservation de l'énergie donne un intérêt universel. Dans ses mémoires classiques sur l'électrodynamique, Weber ne développait pas seulement la loi fondamentale des actions électriques et celles du magnétisme et du diamagnétisme; il apprenait encore à mesurer en unités absolues l'intensité d'un courant et les autres constantes du courant électrique. Ces ouvrages de Weber sont aujourd'hui entre les mains de tous les physiciens.

L'ardeur à la découverte d'un homme qui a tant fait pour la constitution de la science électrique, devait aussi le conduire à bien quand il poursuivait un but étranger à la physique. Weber n'était pas seulement un savant excellent, c'était un homme excellent. La délicatesse de son cœur n'avait d'égale que la force de son caractère. C'est avec admiration que nous trouvons Wilhelm Weber au nombre des *Sept* de Göttingue, qui, au risque de perdre la position qui leur permettait de vivre, osèrent protester contre le coup d'Etat de leur roi.

Wilhelm Weber était de cette race d'hommes rares, qui joignent à un noble cœur la faculté de frayer par leurs découvertes des voies nouvelles et originales; de ces hommes qui lèguent plus à l'humanité qu'ils n'ont reçu d'elle. C'est le 23 juin de cette année qu'il disparut ce qui en Wilhelm Weber était mortel. Quant aux créations de son esprit, elles vivront aussi longtemps que la science elle-même.

F. S. ARCHENHOLD,

Astronome à l'Observatoire de Charlottenbourg.

¹ Voyez aussi l'importante notice que M. Mascart vient de consacrer à Wilhelm Weber dans les *Comptes-rendus de la séance de l'Académie des Sciences*, du 20 juillet 1891, page 103.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LA CARTE PHOTOGRAPHIQUE DU CIEL

I. — LES ORIGINES

Il existe dans le musée de l'Observatoire de Paris une série de plaques daguerriennes d'une éclipse de Soleil¹; elles ne portent aucune date et sont presque effacées par le temps, mais elles sont assurément contemporaines de l'invention de Niepce et de Daguerre, et forment sans doute l'un des premiers spécimens d'une application astronomique de la photographie. Ces plaques se rapportent peut-être à l'éclipse totale du 8 juillet 1842; il est, du moins, certain que l'éclipse en question a été photographiée à Milan par Majocchi². L'idée d'appliquer la photographie à l'étude des corps célestes en mettant une plaque sensible à la place occupée par l'image réelle dans le plan focal d'un objectif ou d'un miroir, devait se présenter naturellement à l'esprit des astronomes et des physiciens. Dès le premier jour, Arago, en annonçant à l'Académie des Sciences la découverte de Niepce et de Daguerre, le 19 août 1839, prévoyait le grand rôle qu'elle était appelée à jouer dans l'Astronomie. Mais, naturellement aussi, la première tentative pour faire entrer la photographie dans le domaine de cette science devait avoir pour objet les astres les plus remarquables par leur grandeur apparente ou par leur éclat. En fait, pendant les dix premières années, de 1840 à 1850, l'histoire de la photographie céleste est tout entière celle d'essais

plus ou moins heureux pour obtenir des images du Soleil, de la Lune et du spectre solaire. On rencontre dans cette période les noms français de Daguerre (1839), Fizeau et Foucault (1845), Faye (1849), américains de J. W. Draper (1840), Bond et Whipple (1850). Rappelons ici que M. Faye est le premier astronome ayant exprimé l'idée que l'on pouvait employer la méthode photographique non pas seulement à l'étude physique de la surface d'un astre ou à la constatation d'un phénomène comme celui d'une éclipse, mais aussi à des mesures précises de position. Son mémoire de 1849³ contient un programme très complet des opérations qu'il y aurait à faire pour déterminer par les procédés photographiques : 1^o le diamètre du Soleil avec une précision supérieure à celle des méthodes usuelles, qui consistent dans l'observation de la durée du passage méridien du disque, ou dans la mesure de la différence des distances zénithales du bord supérieur et du bord inférieur; 2^o les positions des taches solaires sur le disque; 3^o les ascensions droites du centre du Soleil à son passage au méridien. Mais ce n'est que bien des années plus tard que ce programme a été réalisé, et encore ne l'a-t-il été que dans quelques-unes de ses parties.

C'est en 1850 qu'a lieu le premier essai de photographie d'étoiles par W. C. Bond et Whipple, avec l'équatorial de l'Observatoire de Cambridge (États-Unis) et par le procédé daguerrien. Bond et Whipple parviennent à obtenir une image de

¹ MOUCHEZ. La photographie astronomique à l'Observatoire de Paris (*Annuaire du bureau des longitudes* pour 1887).

² *Annalen der K. K. Sternwarte in Wien, Neuer folge*, vol. II, p. 38; RAYET. Notes sur l'histoire de la photographie astronomique (*Bulletin astronomique de l'Observatoire de Paris*, juin 1887).

³ H. FAYE. Sur les observations du Soleil (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 19 février 1849).

l'étoile α Lyre et de l'étoile double α des Gémeaux ; mais ils sont arrêtés presque immédiatement dans leurs recherches par le défaut de sensibilité de leurs plaques qui les oblige à des durées de pose d'une longueur excessive, par l'insuffisance de leur mouvement d'horlogerie, par l'impossibilité d'obtenir des images de plus faibles étoiles.

A partir de 1850, les recherches de photographie stellaire se poursuivent parallèlement à celles de photographie solaire ou lunaire, toutefois avec un avantage marqué pour ces dernières. Il faut dire que déjà les procédés se sont bien perfectionnés ; à la méthode daguerrienne primitive, on a vu successivement se substituer le procédé de Talbot, où la substance sensible est toujours le chlorure d'argent, mais a pour support une feuille de papier, le procédé de Niepce de Saint-Victor où le support est une couche d'albumine étendue sur une lame de verre, les procédés de Legay, Fry, Archer (1851) qui remplacent l'albumine par le collodion. Ce dernier perfectionnement est d'une importance capitale pour toutes les applications de la photographie. Les plaques ont dès lors une sensibilité qui ne sera dépassée que vingt-cinq ans plus tard par l'introduction du procédé au gélatino-bromure d'argent ; cette sensibilité est déjà suffisante pour permettre de substituer la seconde à la minute comme unité dans l'évaluation des temps de pose, et il en résulte d'un seul coup un progrès considérable.

L'étude des travaux de photographie solaire et lunaire est en dehors de notre sujet. Nous devons seulement rappeler ici les noms de J. Philipps, Hartnupp, Crookes et Edwards, Read, Grubb, Warren de la Rue, Rutherford, Faye et Porro, H. Drapers Ellery, H. Vogel. Avec ces astronomes et ces physiciens, la photographie solaire et lunaire est devenue véritablement une branche de l'astronomie d'observation. De 1850 à 1871, six éclipses de soleil sont photographiées avec des succès divers ; pourtant les images qui en sont obtenues montrent, pour la plupart, les énigmatiques protubérances et la mystérieuse couronne ¹. En 1874, la photographie est appliquée à l'observation du passage de Vénus sur le Soleil, après des études poursuivies sous la direction de MM. Fizeau et Cornu. Enfin, en 1877, M. Janssen, ayant recherché comment varie l'action du spectre solaire sur une plaque sensible, lorsqu'on diminue de plus en plus la durée de la pose, ayant constaté que pour un temps de pose extrêmement court, l'action du spectre se réduit à celle d'une bande très étroite, voisine de la raie G, fait construire par

Prazmowski un objectif fondé sur ce principe, c'est-à-dire dans lequel l'achromatisme est réalisé pour deux radiations voisines de G. Les admirables épreuves du Soleil qu'il obtient au moyen de cet objectif lui montrent, avec une netteté inespérée, les granulations de la surface solaire, lui font découvrir leur disposition en réseau polygonal (réseau photosphérique) et atteignent du premier coup une perfection de détails qui n'a pas encore été dépassée.

Nous avons déjà rappelé la première tentative de Bond et Whipple avec l'équatorial de Cambridge sur α Lyre et l'étoile double α de la constellation des Gémeaux. Pour les raisons que nous avons dites, et qui se résument dans le défaut de sensibilité des plaques, ces recherches sont abandonnées. Bond les reprend en 1857, six ans après l'apparition des plaques au collodion, et obtient en quelques secondes, cette fois, au lieu de plusieurs minutes qu'auraient exigé les plaques daguerriennes, une image photographique de l'étoile double ζ de la Grande Ourse. A l'aide d'un microscope, il mesure sur l'épreuve la distance des deux composantes et l'angle de position ; malgré les craintes et les doutes que lui inspire tout d'abord au sujet de la précision de ses mesures l'accroissement du diamètre des images avec le temps de pose ¹, il obtient des résultats qui, comparés aux déterminations de Struve faites directement par l'emploi des procédés micrométriques ordinaires, n'en diffèrent que de quantités extrêmement faibles, 0",09 en distance et 0°,1 en angle de position. C'est le premier exemple d'une mesure de précision exécutée sur un cliché stellaire.

Le succès obtenu par Bond doit être regardé comme le point de départ des recherches de photographie stellaire que l'on voit poursuivies avec activité en Angleterre et en Amérique de 1860 à 1885. Warren de la Rue (1861), Rutherford (1864-1866) obtiennent de bonnes photographies du groupe des Pléiades et de l'amas de Prosepe ; Gould à Cordoba (République Argentine) entreprend en 1865, par les méthodes photographiques de Rutherford, une série d'études sur les amas ou groupes stellaires les plus importants de l'hémisphère austral ; il photographie un certain nombre d'étoiles doubles et s'attache principalement à reproduire les régions du ciel austral qui contiennent des étoiles à grand mouvement propre. Vers la même époque la découverte du procédé au gélatino-bromure d'argent par Wratten et Wainwright permet de préparer des plaques d'une sen-

¹ On se rappelle que c'est à l'occasion de l'éclipse du 18 août 1868 que la nature hydrogénée des protubérances fut découverte par M. Janssen et par M. Norman Lockyer.

¹ G. P. BOND, *Stellar Photography* (Astronomisch Nachrichten, n° 1158, vol. XLIX, juillet 1858).

sibilité bien supérieure à celle des plaques au collodion, et vient donner une impulsion nouvelle à la photographie céleste. Alors les progrès se succèdent avec rapidité. Tandis que, dans son observation d'Upper-Tulse-Hill, W. Huggins poursuit ses recherches sur le spectre photographique des étoiles. Common en 1879, dans son Observatoire d'Ealing, produit en 20 minutes avec un objectif de 0^m,20 d'ouverture une image de la constellation d'Orion qui montre la plupart des étoiles jusqu'à la neuvième grandeur ainsi que les parties les plus brillantes de la nébuleuse; H. Draper à New-York, en 1880-1881, Isaac Roberts, dans son Observatoire de Maghull en 1883, obtiennent des épreuves de plus en plus complètes de cette même nébuleuse. En 1882, Pickering, après plusieurs essais heureux, se prépare à doter l'Observatoire d'Harvard-College (État-Unis) d'un équatorial photographique spécial destiné à la construction rapide de cartes célestes, et imagine une méthode de photométrie photographique. La même année, à l'Observatoire du Cap de Bonne-Espérance, Gill parvient à photographier une comète en 1^h50^m de pose, et forme le projet d'entreprendre une carte photographique du Ciel austral.

Nous arrivons à l'année 1885, qui devait être une époque décisive dans l'histoire de la photographie stellaire. L'idée, exprimée par Warren de la Rue, dès 1861, qu'il était possible d'appliquer les procédés photographiques à la construction d'une carte céleste, avait déjà pris corps, ainsi qu'on vient de le voir et fait l'objet d'entreprises particulières et partielles à l'Observatoire d'Harvard-College, et à celui du Cap de Bonne-Espérance. Nous allons voir maintenant la France entrer en lice et prendre l'initiative d'une entreprise internationale qui sera certainement dans le domaine de l'astronomie l'œuvre la plus considérable du siècle.

MM. Paul et Prosper Henry, astronomes à l'Observatoire de Paris, avaient commencé en 1871 un travail de cartographie céleste d'une très grande utilité. Il s'agissait de continuer la série des cartes éclipitiques de Chacomac, c'est-à-dire fixer, par des déterminations rapides, les positions des étoiles jusqu'à la treizième grandeur contenues dans une zone de 5 degrés de largeur de part et d'autre de l'écliptique. L'un des buts principaux d'un tel travail était de faciliter la recherche des petites planètes qui, en général, s'écartent peu de cette zone. Ces cartes sont à l'échelle de 0^m,06 pour un degré; chaque feuille contient 25 degrés carrés de la sphère céleste dans un cadre de 0^m,30 de côté. Bien que chaque étoile doive être l'objet d'une observation individuelle, on conçoit la possibilité d'accomplir le travail par les méthodes ordinaires dans un temps qui, tout en étant assez long,

n'a cependant rien d'absolument excessif, lorsque le nombre des étoiles par feuille ne dépasse pas deux ou trois mille. Mais dans l'année 1884, lorsque MM. Henry en arrivèrent à la région de la voie lactée, les étoiles devinrent si nombreuses, et les groupes d'étoiles tellement serrés que les difficultés leur parurent bientôt insurmontables. C'est alors que l'idée leur vint de recourir à l'emploi de la photographie. Il faut dire ici qu'ils étaient admirablement préparés à résoudre toutes les difficultés qui pouvaient retarder encore l'application de la photographie comme méthode courante de construction des cartes célestes. Observateurs très habiles, ils s'étaient, depuis quelques années déjà placés au premier rang des opticiens du monde entier. Ils commencèrent par construire à leurs frais un objectif de 0^m,16 d'ouverture achromatisé pour deux radiations voisines de G; ils le montèrent sur l'un des équatoriaux en service pour le travail des cartes éclipitiques, et dès leurs premiers essais, obtinrent dans une région de la voie lactée de si admirables épreuves que M. l'amiral Mouchez, directeur de l'Observatoire de Paris, n'hésita point, en présence d'un pareil succès à faire commencer immédiatement par M. Gautier la construction d'un grand équatorial photographique de 0^m,33 d'ouverture dont MM. Henry se chargeaient d'exécuter la partie optique. Comme cet instrument (fig. 1) est devenu le type des appareils employés par les Observatoires français et par un certain nombre des observatoires étrangers dans l'entreprise internationale de la carte du Ciel, il n'est pas inutile d'en donner une description rapide. Un tube en tôle d'acier, à section rectangulaire de 0^m,07 sur 0^m,68, contient deux lunettes parallèles : 1° la lunette photographique, de 0^m,33 d'ouverture et 3^m,43 de distance focale, de telle sorte qu'un arc de grand cercle d'une minute est représenté dans le plan focal par une longueur d'un millimètre; 2° une lunette, jouant le rôle de pointeur, de 0^m,24 d'ouverture et 3^m,60 de distance focale. Une mince cloison métallique sépare ces deux lunettes; la monture équatoriale est du système anglais, c'est-à-dire que les deux extrémités de l'axe horaire reposent chacune sur un pilier indépendant, et que la lunette, montée sur cet axe, peut suivre un astre, sans aucune interruption, depuis son lever jusqu'au coucher. La mise au foyer peut se faire avec une extrême précision; on l'obtient d'abord approximative au moyen d'une étoile brillante qu'on examine avec un oculaire muni d'un verre bleu. On met la plaque sensible dans le châssis au point ainsi déterminé; puis, arrêtant le mouvement d'horlogerie de l'équatorial, on laisse l'image de l'étoile courir sur la plaque où elle marque alors une traînée qui est le lieu des positions succes-

sivement occupées par l'image. On recommence cette opération plusieurs fois en faisant varier, à chaque fois, le tirage de la lunette. En examinant

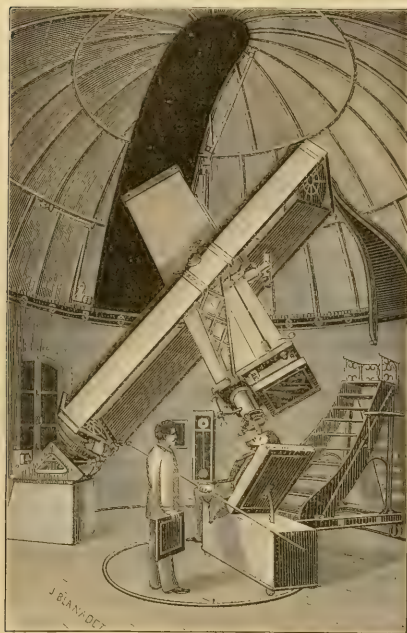


Fig. 1

à la loupe, après le développement, la série des traces ainsi obtenues, on voit très bien quelle est celle qui est la plus étroite et mieux définie, et qui, dès lors, indique la position exacte du foyer. On arrive à une détermination peut-être plus précise encore en choisissant, pour en laisser couvrir l'image sur la plaque, une étoile double dont les composantes soient à peu près d'égal éclat. On cherche alors quelle est dans la série des images linéaires des deux étoiles, celle qui présente le maximum de séparation. Par ces moyens on détermine facilement la position du foyer à moins de $0^{\text{mm}},2$ sur une longueur focale de $3^{\text{m}},43$, c'est-à-dire que l'erreur commise est certainement moindre que la $170/100^{\text{e}}$ partie de cette longueur.

De 1885 à 1887, MM. Paul et Prosper Henry, avec l'appareil qui vient d'être décrit, ont exécuté un très grand nombre de recherches dans les conditions les plus diverses, afin de mettre en évidence toutes les applications devenues possibles de la photographie à l'Astronomie physique et aussi à l'Astronomie de précision; ils ont obtenu des clichés de 6 à 7 degrés carrés de

surface, sur lesquels se trouvent reproduites avec une netteté extrême et le moins de déformation possible des milliers d'étoiles. Ils ont découvert dans le groupe des Pléiades, sur l'un de leurs clichés, la nébuleuse de Maia, restée jusque-là invisible même dans les plus puissantes lunettes; leurs épreuves de Saturne ont montré facilement la division de l'anneau dont la largeur est seulement de $0',4$, ce qui est un véritable test au point de vue du pouvoir optique de leur objectif photographique; ils sont parvenus à photographier le satellite de Neptune dans toutes les parties de son orbite, même dans sa position la plus rapprochée, à $8''$ de la planète. Dans la séance de l'Académie des Sciences du 18 janvier 1887, M. l'amiral Mouchez présentait quelques-unes de ces admirables photographies stellaires d'une perfection inconnue jusque-là. Après avoir constaté le vif succès qu'elles avaient obtenu auprès de tous les astronomes du monde entier, « succès tel », dit M. l'amiral Mouchez « qu'il fit naître un moment quelques doutes sur l'authenticité des résultats, » (c'est peut-être le plus grand éloge qu'on ait fait des travaux photographiques de MM. Henry), le directeur de l'Observatoire de Paris demandait à l'Académie de prendre sous son haut patronage l'exécution d'une carte du Ciel tout entier, faite par les procédés photographiques avec le concours des principaux astronomes du globe. Frappée de la grandeur d'un tel projet, des avantages qui ne pouvaient manquer d'en résulter pour l'Astronomie en général, et de l'honneur qui en rejaillirait sur la science française, l'Académie s'empressa d'accorder le patronage qui lui était demandé, et de convoquer, pour une Conférence internationale qui se réunirait à l'Observatoire de Paris le 16 avril 1887, les directeurs des Observatoires ainsi qu'un certain nombre de savants particulièrement intéressés par leurs études à la photographie astronomique et dont le concours était avec raison jugé indispensable pour résoudre les questions nouvelles et délicates soulevées par un aussi vaste projet.

M. l'amiral Mouchez avait d'ailleurs préparé les voies avec l'activité qu'il sait mettre en toutes choses. Pressentis depuis quelques mois au sujet de cette réunion, la plupart des astronomes de France et de l'Étranger, avaient promis leur concours le plus empressé. En fait le congrès du mois d'avril 1887 se trouva composé de 56 membres, représentant 16 nations différentes. La liste de ces membres classés par nationalité donne les résultats suivants : France 20 membres; Angleterre 8; Allemagne 6; Russie 3; Hollande 3; États-Unis 3; Autriche 2; Suède 2; Danemark 2; Belgique 1; Italie 1; Espagne 1; Suisse 1; Portugal 1; Brésil 1; République Argentine 1.

On voit la part considérable que la France prend à la préparation de l'entreprise. Elle a gardé sa place au premier rang dans l'exécution, puisque sur les 18 observatoires entre lesquels est réparti le travail, il y a 4 observatoires français, et que sur les 18 équatoriaux photographiques de ces observatoires la moitié est de construction française.

II. — LA CONFÉRENCE INTERNATIONALE DE 1887.

Deux questions principales étaient à résoudre par la Conférence. Il s'agissait d'abord de savoir si l'on adopterait comme instrument le télescope (réflecteur), ou la lunette proprement dite (réfracteur). Ensuite le travail à entreprendre devait être défini avec précision, et il fallait en fixer nettement les limites.

La première de ces questions pouvait donner lieu à de longs débats. Si l'on suppose un réflecteur et un réfracteur de même ouverture et de même distance focale, également exempts l'un et l'autre d'aberration sphérique, ils ne transformeront pas de la même manière le faisceau cylindrique de lumière émané d'une étoile. Le réflecteur transformera ce faisceau en un cône ayant pour directrice l'ouverture du miroir, et le sommet de ce cône marquera le lieu occupé par l'image réelle de l'astre. Si l'on fait abstraction des phénomènes de diffraction qui dépendent de la grandeur et de la forme de l'ouverture, l'image de l'étoile se réduit à un point qui coïncide avec ce sommet; et si l'on dispose un prisme de telle façon que le sommet du cône tombe sur une de ses faces, l'image de l'étoile vue à travers le prisme est un spectre linéaire dans toutes ses parties, c'est-à-dire un spectre d'une largeur très petite, mais la même dans toute sa longueur; il n'y a pas, dans ce cas, aberration chromatique; l'achromatisme est parfait pour toutes les radiations. On sait au contraire que les réflecteurs ordinaires à deux verres ne peuvent réaliser l'achromatisme que pour deux radiations déterminées; ce sera par exemple pour deux radiations voisines de G, s'il s'agit d'une lunette photographique; le faisceau cylindrique de lumière issu de l'étoile est transformé par l'objectif en une infinité de cônes s'appuyant sur l'ouverture; il n'y a de foyer commun que pour deux radiations déterminées; pour toutes les autres, les distances focales sont différentes; un prisme dont l'une des faces contient le point où se trouvent les deux foyers confondus en un seul, détermine une section de grandeur variable dans tous les autres cônes; l'image spectrale de l'étoile vue à travers ce prisme n'est linéaire qu'en deux points de sa longueur; partout ailleurs elle s'élargit en pinceau.

À ce point de vue de l'achromatisme, l'avantage des réflecteurs sur les réfracteurs n'est donc pas

contestable; mais les instruments fondés sur la réflexion sont d'un maniement plus difficile; ils exigent un réglage délicat et souvent renouvelé; les surfaces réfléchissantes s'altèrent sous l'influence de l'humidité, avec le temps. Pour ces motifs, les préférences des astronomes français étaient en faveur des lunettes. On pouvait craindre, sur ce point, des divergences et une opposition sérieuse de la part des astronomes anglais, en raison des beaux résultats qu'avaient produits les réflecteurs en Angleterre dans les mains de Warren de la Rue, Common, Isaac Roberts. Mais les astronomes anglais eurent la loyauté de venir spontanément déclarer que si les télescopes à réflexion doivent être préférés lorsqu'il s'agit de photographier certains objets célestes peu lumineux comme les nébuleuses et les comètes, cependant, en raison des soins particuliers et délicats qu'exige leur emploi, et du temps nécessaire pour en obtenir le réglage parfait, il était préférable d'adopter les réflecteurs pour un travail d'une aussi grande étendue et devant exiger d'aussi longs efforts que celui d'un levé photographique du Ciel tout entier. En conséquence, ils proposèrent à la Conférence d'adopter le type français, l'instrument construit par MM. Henry et Gautier pour l'Observatoire de Paris, en plein fonctionnement depuis deux années déjà (ouverture 0^m, 33 et 3^m, 43 de distance focale).

La Conférence vota cette résolution à l'unanimité. Sur la question de la définition du travail et sur les limites à fixer pour son étendue, la résolution de l'assemblée fut double. Elle décida :

1^o Qu'il serait fait une première série de clichés à courte pose, devant contenir toutes les étoiles jusqu'à la onzième grandeur, dont le nombre à prévoir est de 1500000, et qui, fournissant les éléments d'un catalogue de haute précision, serait appelée à devenir le fondement de l'astronomie future;

2^o Qu'une seconde série de clichés à longue pose donnerait les étoiles jusqu'à la quatorzième grandeur inclusivement, c'est-à-dire permettrait d'atteindre un ordre de grandeur un peu supérieur à celui des plus faibles étoiles des cartes écliptiques. Le nombre des étoiles à prévoir par cette série est de 23 millions.

Ces deux points fondamentaux réglés, la Conférence aborda l'étude des questions de détails. Il ne serait guère possible de la suivre ici dans une telle étude; il suffira de présenter un tableau des résolutions adoptées :

Résolutions de la Conférence internationale de 1887

1. Les progrès réalisés dans la photographie astronomique exigent impérieusement que les astronomes de notre époque entreprennent en commun la description du Ciel par le moyen des procédés photographiques.

2. Ce travail sera fait dans des stations à choisir ultérieurement, et avec des instruments qui devront être identiques dans leurs parties essentielles.

3. Les buts principaux seront :

a). De dresser une carte photographique générale du Ciel pour l'époque actuelle, et d'obtenir des données qui permettent de fixer les positions et les grandeurs de toutes les étoiles jusqu'à un ordre déterminé, avec la plus grande précision possible (les grandeurs étant entendues dans un sens photographique à définir).

b. De pourvoir aux meilleurs moyens d'utiliser, tant à l'époque actuelle que dans l'avenir, les données fournies par les procédés photographiques.

4. Les instruments employés seront exclusivement des réflecteurs.

5. Les étoiles seront photographiées jusqu'à la quatorzième grandeur inclusivement, cette grandeur étant indiquée provisoirement par l'échelle actuellement en France, et sous la réserve que sa valeur photométrique sera fixée ultérieurement.

6. L'ouverture de l'objectif sera de 0^m33 et la distance focale d'environ 3^m43 , de sorte que l'arc soit approximativement représentée par 0^m001 .

7. Les directeurs d'Observatoires auront la liberté de faire construire les objectifs par les artistes qu'ils désireront employer en leur fixant les conditions générales déterminées par la Conférence.

8. L'aplanétisme et l'achromatisme des objectifs seront calculés d'après les radiations voisines de la raie G de Fraunhofer.

9. Toutes les plaques seront préparées suivant une formule unique à déterminer ultérieurement.

10. Il sera institué un contrôle permanent de ces plaques au point de vue de leur sensibilité relative pour les différentes radiations.

11. Les questions relatives à la conservation et à la reproduction des clichés ne peuvent être résolues dès maintenant, et il convient de les renvoyer à l'examen d'une Commission spéciale.

12. Les mêmes conclusions sont adoptées pour ce qui regarde la détermination des grandeurs photographiques des étoiles.

13. La résolution 8 ci-dessus, relative à l'aplanétisme et à l'achromatisme des objectifs sera entendue dans ce sens, que la distance focale minimum sera celle d'une radiation voisine de G, en vue d'atteindre le maximum de sensibilité des plaques photographiques.

14. Les objectifs seront construits de manière que le champ utilisable soit de 1 degré au moins à partir du centre.

15. Dans le but d'éliminer les fausses étoiles et de parer à l'inconvénient des points insensibles qui pourraient exister sur les plaques, il sera fait deux séries de clichés pour tout l'ensemble du ciel.

16. Les deux séries de clichés seront faites de façon que l'image d'une étoile située au coin d'une plaque de la première série, se trouve aussi près que possible du centre d'une plaque de la seconde série.

17. Outre les deux épreuves qui doivent donner toutes les étoiles jusqu'à la quatorzième grandeur, il sera fait une série d'épreuves à plus courtes durées d'exposition, pour assurer une plus grande précision dans la mesure micrométrique des étoiles de repère et rendre possible la construction d'un catalogue.

18. Les clichés supplémentaires, destinés à la construction du catalogue, contiendront toutes les étoiles jusqu'à la onzième grandeur approximativement. Le comité d'exécution réglera le procédé à suivre pour s'assurer que cette condition est remplie.

19. Chaque plaque photographique destinée à la formation du catalogue sera accompagnée de toutes les données nécessaires pour obtenir son orientation et la valeur de son échelle; autant que possible, ces données se trouveront inscrites sur la plaque elle-même.

Chaque plaque de cette espèce, portera la copie, bien centrée, d'un système de repères dérivés d'un réseau et destinés à éliminer les erreurs qui pourront être produites par une déformation ultérieure de la plaque sensible.

20. Dans la construction des clichés destinés à la forma-

tion de la carte proprement dite, on réduira au minimum le nombre des repères auxiliaires destinés au contrôle et à la réduction des clichés.

21. Les tubes des instruments photographiques seront construits avec le métal le plus favorable pour obtenir un plan focal invariable, et porteront une graduation pour la détermination et le réglage de la position des plaques.

22. Le choix des étoiles de repère est renvoyé au Comité d'exécution.

23. La question des méthodes de mesure et la conversion des nombres obtenus en ascensions droites et en déclinaisons pour l'équinoxe de 1900 sont renvoyées au Comité d'exécution.

Le Comité s'occupera en premier lieu de l'étude et de l'emploi des instruments de mesure pouvant donner à volonté des coordonnées rectangulaires ou polaires, et basés sur l'emploi simultané des échelles pour les grandes longueurs et de vis micrométriques pour les subdivisions de l'échelle.

24. Le raccordement des plaques sera obtenu conformément à la résolution n° 16.

Tel est l'ensemble des résolutions prises, pour la plupart, à l'unanimité, qui formeront la base de l'entreprise de la nouvelle carte céleste. Quelques-unes seront ultérieurement développées; d'autres, modifiées en quelques points de détail; mais aucun changement fondamental n'y sera fait.

Avant de se séparer la Conférence avait formé un Comité permanent d'exécution composé des directeurs des Observatoires assurés déjà de pouvoir donner leur coopération à l'œuvre de la Carte¹, et de plusieurs autres astronomes français ou étrangers que leur compétence spéciale en ces matières désignait à son choix. Tout en posant les principes et déterminant les lignes générales du travail qu'il s'agissait d'entreprendre, la Conférence de 1887 avait, comme on vient de le voir, poussé assez loin l'examen des détails pour permettre aux divers Observatoires de préparer avec sûreté les moyens d'exécution. Il restait cependant à résoudre bien des questions pratiques dont l'étude était à peu près impossible dans une assemblée générale. Le bureau du Comité permanent avait donc une mission ainsi définie : assurer l'exécution de toutes les décisions de la Conférence internationale, susceptibles d'une application immédiate; centraliser pour les communiquer aux astronomes intéressés tous les renseignements qu'il serait possible de recueillir dans les divers pays sur les questions de détail non réglées encore; provoquer, publier des études spéciales sur les questions, réunir en un mot les éléments d'une enquête dont les résultats seraient plus tard discutés dans une séance générale du Comité ou même dans une nouvelle Conférence internationale.

¹ Pour la France, les directeurs des Observatoires d'Alger, Bordeaux, Paris, Toulouse avaient déjà, sur la proposition de M. Liard, directeur de l'Enseignement supérieur, reçu de M. le ministre de l'Instruction publique les crédits nécessaires pour la construction de leurs instruments. Pour l'Étranger, les directeurs des Observatoires de la Plata et de Rio-Janciro s'étaient déclarés prêts à faire la commande de leurs équatoriaux photographiques.

nale. M. l'amiral Mouchez, président du bureau du Comité permanent, a rempli cette tâche difficile avec une ardeur infatigable et avec un plein succès. Grâce à la libéralité de l'Académie des Sciences il a pu fonder un *Bulletin* créant un lien nécessaire entre les membres du Comité, et de 1887 à 1889 il a publié dans ce *Bulletin* un nombre considérable de mémoires importants sur les meilleures méthodes tant photographiques qu'astronomiques à employer dans l'exécution de la Carte, sur les procédés de mesure à recommander à ceux des astronomes qui assumeraient la lourde tâche de construire un catalogue devant fournir les positions précises des 1500 000 étoiles des clichés faites avec de courtes durées de pose; sur les causes d'erreur à craindre dans les mesures et sur les moyens d'éliminer ces erreurs ou d'en réduire l'influence à un minimum. On trouve aussi dans ce *Bulletin* d'intéressantes correspondances relatives à l'état d'avancement de la construction des équatoriaux photographiques dans les divers pays du monde. En 1889, deux années après la réunion de la première Conférence, on pouvait constater que l'enthousiasme des premiers jours ne s'était point affaibli, que les gouvernements de quatorze nations avaient accordé les fonds nécessaires, que partout les préparatifs étaient poussés avec la plus grande activité, et que le succès final de l'œuvre était devenu certain. Le moment semblait donc venu de faire un nouveau pas en avant, et de provoquer une réunion de tous les astronomes intéressés dans la question, afin d'arrêter d'une manière définitive, s'il était possible, tous les détails de l'opération. Le bureau du Comité permanent pensa que l'Exposition universelle de 1889 offrait une occasion toute naturelle de tenir une réunion générale à Paris.

III. — LA CONFÉRENCE DE 1889

La réunion eut lieu du 16 au 22 septembre, à l'Observatoire de Paris. Nous allons passer en revue les plus importantes des questions traitées dans cette deuxième Conférence.

On se rappelle que le type d'instrument choisi pour le levé photographique du Ciel consiste en deux lunettes parallèles montées équatorialement sur un même axe, dont l'une est achromatisée pour deux radiations voisines de G, l'autre servant de pointeur pour maintenir la lunette fixée sur un même point du Ciel pendant toute la durée de la

pose. L'astronome choisit pour point central du cliché qu'il veut obtenir un certain point du Ciel défini par son ascension droite α_0 et par sa déclinaison δ_0 . Il n'existera en général aucune étoile ayant ces coordonnées; mais il suffit que dans le champ de la lunette-pointeur il y ait une étoile dont les coordonnées α et δ diffèrent peu de α_0 et δ_0 ; celle-là sera prise comme *étoile-guide*, c'est sur celle-là que sera dirigée la ligne de visée formée par le centre optique du pointeur et la croisée de fils d'un réticule mobile. Il reste à savoir :

1° Avec quelle précision les coordonnées α et δ devront être connues.

2° A quelle distance l'étoile-guide pourra être prise du centre de la plaque, c'est-à-dire quelle sera la limite supérieure admise pour la valeur des différences $\alpha - \alpha_0$ et $\delta - \delta_0$.

Il était indispensable de fixer à cet égard des règles positives, car la facilité des réductions ultérieures et l'exactitude des résultats conclus en dépendaient. Sur la première question la Conférence décida que les coordonnées des étoiles-guides devraient être connues à 5" près. La seconde question en soulevait deux autres : à quelle limite de grandeur s'arrêtera-t-on dans le choix des étoiles-guides? quelle est la probabilité de trouver au moins une étoile satisfaisant à des conditions de grandeur et de distance données, dans une étendue angulaire du Ciel correspondant à la grandeur du champ de la lunette-pointeur? Ces questions ne pouvant être résolues dans une séance générale furent renvoyées à une commission qui proposa et fit accepter les règles suivantes :

1° En général, on choisira pour étoile-guide l'étoile la plus brillante à l'intérieur d'un cercle de 22' de rayon, dont le centre coïncide avec celui de la plaque, c'est-à-dire que l'étoile-guide sera choisie de manière que la valeur de l'expression

$$\sqrt{(\delta - \delta_0)^2 + (\alpha - \alpha_0)^2 \cos^2 \delta_0}$$

ne dépasse pas 22 minutes d'arc.

2° Dans le cas où l'étoile remplissant ces conditions se trouverait d'un éclat inférieur à celui d'une étoile de neuvième grandeur, il faudra prendre comme étoile-guide supplémentaire l'étoile de neuvième grandeur ou d'un éclat supérieur qui sera la plus voisine du centre de la plaque.

(La fin prochainement)

Ch. Trépied

Directeur de l'Observatoire d'Alger.

LES MOTEURS A COURANTS ALTERNATIFS

Depuis quelques années, les courants alternatifs ont pris un développement industriel considérable, et les stations centrales organisées pour la distribution de l'énergie électrique par courants alternatifs sont presque aussi nombreuses et aussi puissantes que les usines distribuant l'énergie électrique sous forme de courant continu.

Les courants alternatifs présentent cependant de graves inconvénients : les trois principaux sont l'impossibilité de les emmagasiner; l'impossibilité de les appliquer directement aux industries électrochimiques dans lesquelles intervient l'électrolyse; et enfin leur inaptitude à produire du travail mécanique aussi commodément et aussi économiquement que les courants continus.

Mais ces inconvénients sont rachetés par un grand nombre d'avantages plus importants encore qui justifient l'emploi des courants alternatifs. Les dynamos à courants alternatifs, ou *alternateurs*, sont des machines d'une très grande simplicité, se prêtant plus facilement que les dynamos à courant continu à la construction d'unités de grande puissance et à la génération de forces électromotrices efficaces beaucoup plus élevées. En fait, les forces électromotrices alternatives employées industriellement varient entre 50 et 10 000 volts, tandis que les dynamos à courant continu actuelles atteignent difficilement 3 000 volts. L'isolement des courants alternatifs est beaucoup plus facile que celui des courants continus de même tension, et il semble établi que, à force électromotrice égale, les substances isolantes couvrant des câbles à courants alternatifs se conservent mieux que les isolants couvrant des câbles à courant continu.

Enfin, dernier avantage, et non des moindres, le courant alternatif se prête merveilleusement à toutes les transformations exigées pour son application, les transformateurs à courants alternatifs étant des appareils inertes agissant sous l'influence de phénomènes purement physiques, sans qu'aucune partie mobile intervienne dans leur fonctionnement. Grâce à cette précieuse propriété des transformateurs, il est possible de produire une puissance électrique donnée à bas potentiel et à grande intensité, de la transformer dans leur fonctionnement. Grâce à cette précieuse propriété des transformateurs, il est possible de produire une puissance électrique donnée à bas potentiel et à grande intensité, de la transformer dans leur fonctionnement. Grâce à cette précieuse propriété des transformateurs, il est possible de produire une puissance électrique donnée à bas potentiel et à grande intensité, de la transformer dans leur fonctionnement. Grâce à cette précieuse propriété des transformateurs, il est possible de produire une puissance électrique donnée à bas potentiel et à grande intensité, de la transformer dans leur fonctionnement.

s'effectuent avec des rendements auxquels les appareils mécaniques ne nous avaient pas habitués; malgré la double transformation et une certaine perte en ligne, perte que les tensions élevées ont pour but de rendre minima, on peut retrouver à l'arrivée entre 70 et 80 pour 100 de l'énergie électrique produite au départ par l'alternateur à basse tension.

Les facilités de production des tensions élevées, de transmission à grande distance sans pertes importantes, et de transformation à l'arrivée sont donc, en résumé, des propriétés remarquables qui justifient le développement inattendu pris par les distributions d'énergie électrique à courants alternatifs pendant ces dernières années. Ce développement eût été encore plus grand si l'on était parvenu à faire disparaître les inconvénients que nous signalons au début de cette étude. Bien que les tentatives faites pour emmagasiner l'énergie électrique fournie par les courants alternatifs en les redressant et pour les rendre propres aux opérations électrochimiques n'aient amené jusqu'à présent aucun résultat industriel appréciable, il n'en est pas de même en ce qui concerne la transformation de l'énergie électrique des courants alternatifs en travail mécanique : le moteur électrique à courants alternatifs est aujourd'hui un organe industriel d'un rendement satisfaisant, d'un maniement facile, et dont les applications commencent à se répandre, aussi bien pour la production des petites forces motrices que pour celle des grandes forces motrices et leur transmission à grande distance. Les expériences actuellement en préparation entre Lauffen et Francfort-sur-le-Mein, où l'on projette de transmettre une puissance de 300 chevaux à 175 kilomètres de distance, à l'aide de courants alternatifs à phases multiples (variété spéciale des courants alternatifs), avec des tensions qui varieront entre 20 000 et 30 000 volts efficaces, nous diront bientôt dans quelle mesure sont fondées les espérances de transport à grande distance de puissantes forces motrices basées sur l'emploi de ces courants; mais, quel que soit le résultat de ces expériences, il n'en restera pas moins acquis, par ce que nous savons déjà, que les moteurs à courants alternatifs peuvent déjà rivaliser, dans bon nombre de circonstances, avec les moteurs à courant continu. Il n'est donc pas sans intérêt de passer en revue les solutions acquises et les résultats déjà obtenus.

Rappelons d'abord quelques définitions et quel-

ques propriétés générales essentielles. Le type du courant alternatif parfait est celui produit par un circuit régulier et indéformable, un cercle tournant autour d'un de ses diamètres, par exemple, dans un champ magnétique uniforme, avec une vitesse angulaire uniforme, l'axe de rotation étant perpendiculaire à la direction des lignes de force du champ. Ce circuit est le siège d'une force électromotrice sinusoïdale changeant deux fois de signe par tour. L'intervalle de temps qui sépare deux passages successifs de la force électromotrice par zéro est le *temps périodique* ou la *période* de la machine; on la désigne par la lettre T. Son inverse $\frac{1}{T}$

est la *fréquence* et s'exprime comme l'inverse d'un temps ou le nombre de périodes par seconde. Les fréquences des courants alternatifs actuellement employés dans l'industrie varient entre 42 périodes par seconde et 133 périodes par seconde. Des recherches récentes semblent indiquer que l'on aurait grand intérêt à augmenter beaucoup les fréquences actuelles; mais l'étude de cette question sortirait du cadre que nous nous sommes tracé.

Les propriétés des courants alternatifs sont, au point de vue de la propagation, très différentes de celles des courants continus.

Supposons, par exemple, qu'un générateur à courants alternatifs ou un *alternateur*, pour employer une expression abrégée qui commence à se répandre, soit établi en un circuit avec un fil de cuivre replié en double. L'intensité du courant prendra une certaine valeur. Mais il suffit de rouler ce fil sous forme d'une bobine, et de placer à l'intérieur de cette bobine un faisceau formé de fils de fer pour que l'intensité se réduise dans des proportions considérables. C'est que, dans le second cas, on a considérablement augmenté le coefficient de self-induction du circuit, coefficient qui était nul ou négligeable dans le premier cas, et, par suite, sa *résistance apparente*. Non seulement l'intensité s'est affaiblie, mais il s'est produit un retard de phase ou *décalage* entre l'intensité et la force électromotrice, et le produit de l'intensité efficace ¹ par la force électromotrice efficace ne représente plus la puissance moyenne produite par l'alternateur. Cette puissance moyenne n'est qu'une fraction de ce produit, fraction que l'on peut rendre aussi petite que l'on veut en augmentant suffisamment le

décalage, c'est-à-dire en augmentant suffisamment le coefficient de self-induction ¹.

Des actions plus complexes se manifestent si l'on intercale un condensateur dans le circuit, ou si les phénomènes de self-induction sont accompagnés de phénomènes d'induction mutuelle. Il se produit alors des phénomènes d'apparence paradoxale que la théorie permet d'ailleurs de prévoir et d'expliquer. C'est ainsi, par exemple, qu'un condensateur monté en tension avec une bobine de self-induction, la différence de potentiel aux bornes de l'alternateur fournissant le courant qui les traverse, est plus petite que celle existant aux bornes de chacun des appareils pris individuellement. Si un condensateur monté en dérivation avec une bobine présentant de la self-induction, l'intensité totale traversant les deux dérivation est plus grande que celle fournie par l'alternateur, etc.

Nous avons cité ces quelques exemples pour montrer combien les questions de propagation du courant se compliquent dès que l'on a affaire à des courants alternatifs. Aussi n'est-il pas étonnant que les études de ces courants et les progrès de leurs applications soient à peu près réservés à des ingénieurs doublés de savants capables d'analyser les résultats et de les soumettre à un calcul souvent complexe et difficile, même dans l'hypothèse d'une force électromotrice parfaitement sinusoïdale, de temps périodiques et de coefficients d'induction constants, et de résistances invariables. Malgré les complications apportées à la propagation des courants alternatifs par leurs propriétés spéciales, un moteur à courants alternatifs

¹ En appelant $E_{\max}$ la force électromotrice maxima, T le temps périodique, i l'intensité à l'instant t , et en posant une fois pour toutes :

$$\frac{2\pi}{T} = \omega,$$

on a pour valeur de l'intensité à l'instant t , dans le cas d'une résistance R sans self-induction :

$$i = \frac{E_{\max}}{R} \sin \omega t$$

et pour l'intensité efficace :

$$I_{\text{eff}} = \frac{E_{\text{eff}}}{R}.$$

Si la résistance R présente un coefficient de self-induction L, l'intensité à chaque instant est

$$i = \frac{E_{\max}}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} \sin(\omega t - \varphi)$$

avec la condition : $\tan \varphi = \omega \frac{L}{R}$

et l'intensité efficace

$$I_{\text{eff}} = \frac{E_{\text{eff}}}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}.$$

En augmentant L, on peut rendre I_{eff} très petit. Les Anglais appellent le facteur ωL l'*inductance* du circuit, et le radical $\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$ son *impédance*. En France, ce radical porte le nom de *résistance apparente*.

¹ L'intensité efficace est la racine carrée de la moyenne des carrés de l'intensité. C'est celle qu'indiquerait un électrodynamomètre intercalé dans le circuit. Une force électromotrice ou une différence de potentiel efficace est la racine carrée de la moyenne des carrés de la différence de potentiel. C'est celle qu'indiquerait un électromètre idiostatique ou un voltmètre Cardew établi entre les deux points considérés du circuit.

ne diffère pas essentiellement, en principe général, d'un moteur à courant continu : on y trouve toujours les deux mêmes parties principales : un champ magnétique ou *inducteur*, et un système *induit*, tournant l'un par rapport à l'autre; mais tandis que le champ magnétique des moteurs à courant continu est toujours *constant*, celui des moteurs à courants alternatifs est, suivant les cas, *constant*, *alternatif* ou *tournant*.

Ces différences dans la nature du champ inducteur peuvent servir de base à une classification des moteurs à courants alternatifs, déjà très nombreux et très variés, classification que résume le tableau ci-dessous; elle indique ainsi, pour chacun des trois groupes principaux, les variétés importantes, et les principaux types de chaque variété :

CLASSIFICATION DES MOTEURS A COURANTS ALTERNATIFS

A. — Moteurs à champ constant ou moteurs synchrones

EXCITATION SÉPARÉE { *Aimants*. — Magnéto-alternateurs
 { *Electro-aimants*. — Dynamo-alternateurs
 AUTO-EXCITATION... { *Courant redressé*. — Ziperowsky

B. — Moteurs à champ alternatif

Dynamo-série. — Moteurs à courant continu à inducteurs feuilletés.

Dynamo-shunt. — Moteurs à courant continu à inducteurs feuilletés.

Moteurs électrodynamiques. — Compteur E. Thomson.

Champ partiellement redressé. — Mordey.

Induit fermé. — E. Thomson.

C. — Moteurs à champ tournant

ALTERNATEURS ORDINAIRES OU A UN SEUL CIRCUIT	{ Ferraris Tesla Schallenger Hutin et Leblanc
ALTERNATEURS A PHASES MULTIPLES	{ <i>Trois fils et deux courants</i> { Ferraris Tesla Borel
OU A COURANTS POLYPHASÉS	{ <i>Trois fils et trois courants</i> { Dolivo-Dobrowolsky et Brown Haselwander Bradley Wenström

A. MOTEURS A CHAMP CONSTANT. — Ce genre de moteur, le plus anciennement expérimenté, est fondé sur le principe de la réversibilité des alternateurs. Le courant alternatif est envoyé dans une série de bobines induites se mouvant dans un champ magnétique constant produit par un aimant ou un électro-aimant. Le plus simple est constitué par une bobine de Siemens double T tournant entre les branches d'un aimant, ou d'un électro-aimant excité par une source étrangère : si l'on a préalablement lancé l'induit à une vitesse angulaire correspondant à la fréquence du courant alternatif fourni par l'alternateur (50 tours par seconde, par

exemple, si la fréquence du courant alternatif est de 50), le mouvement de la bobine induite se continuera synchroniquement et suivra toutes les variations de vitesse de l'alternateur, à moins que l'on ne vienne appliquer brusquement sur l'axe un couple résistant dépassant une certaine valeur : le synchronisme cesse et le moteur s'arrête en un temps généralement très court. La théorie de ces moteurs a été développée en 1884 par M. le Dr Hopkinson¹. La nécessité d'amener initialement le synchronisme en s'aidant d'une puissance mécanique étrangère, d'exciter les inducteurs par une source étrangère dans le cas des grandes puissances, et l'obligation de marcher à vitesse angulaire rigoureusement constante, ont empêché ces moteurs de recevoir de nombreuses applications industrielles.

Pour obvier à l'inconvénient de la mise en marche, M. Mordey² a proposé d'adjoindre à l'installation de force motrice quelques accumulateurs qui seraient chargés par l'excitatrice des inducteurs, et de se servir de ces accumulateurs comme réserve d'énergie, et de l'excitatrice comme moteur pour produire la mise en train à vide du moteur synchrone. Les accumulateurs devront donc avoir un grand débit et seulement une faible capacité, car ils ne doivent travailler que quelques minutes au moment de chaque mise en marche.

M. Ziperowsky a fait disparaître deux des plus graves inconvénients propres aux moteurs synchrones en les rendant auto-exciteurs, l'excitation étant empruntée à une dérivation dans laquelle est intercalé un redresseur de courants; le moteur se met automatiquement en marche pourvu qu'on supprime la charge et que le démarrage se fasse à vide; le moteur atteint rapidement sa vitesse angulaire de régime, qu'il maintient ensuite parfaitement constante, malgré de brusques variations dans le couple résistant.

Le rendement de ces moteurs est des plus satisfaisants, car il atteint 80 pour 100 pour un moteur de 4 kilowatts.

Cependant l'obligation de munir les moteurs synchrones d'un dispositif spécial de mise en marche de les faire démarrer à vide et de les faire tourner à vitesse angulaire constante, restreint considérablement le nombre et la nature de leurs applications. Ils conviennent surtout aux transports de force motrice à distance, pour des usines à vitesse constante fonctionnant de longues heures sans interruption.

¹ J. HOPKINSON. *On the Theory of alternating Currents*. Society of Telegraph-engineers and Electricians. 13 novembre 1884.

² W. M. MORDEY. *Alternate current working*. Journal of the Institution of Electrical-engineers. 23 mai 1889.

Les moteurs à champ alternatif, et surtout les moteurs à champ tournant sont exempts des inconvénients que nous venons de signaler, et remplissent bien mieux toutes les conditions voulues de démarrage sous charge et de vitesse angulaire variable.

B. MOTEURS A CHAMP ALTERNATIF. — Toute dynamo à courants continus alimentée par des courants alternatifs peut se mettre en marche et tourner en produisant une puissance mécanique appréciable, car elle est comparable à un électrodynamomètre dont le couple de torsion reste toujours de même signe, malgré les inversions de sens du courant. Mais un moteur ainsi constitué présente de nombreux et graves inconvénients : les inversions rapides du courant développent dans les noyaux des inducteurs des courants de Foucault qui réduisent considérablement le rendement du moteur, si l'on n'a pas pris la précaution de feuilleter ses inducteurs ; d'autre part, le grand coefficient de self-induction des circuits du moteur réduit l'intensité efficace, et, par suite, la puissance spécifique ¹ d'un moteur de dimensions données.

Pour ces raisons, les moteurs de ce genre sont peu employés, si ce n'est pour la production de faibles puissances ; nous signalerons, par exemple, les moteurs qui actionnent des petits ventilateurs domestiques dépensant 1 à 2 ampères sous une différence de potentiel efficace de 50 volts, appareils très employés actuellement en Amérique. L'excitation de ces moteurs est tantôt disposée en shunt, tantôt en série. En supprimant le fer dans les inducteurs et les induits, on peut également réaliser un moteur électrodynamique de faible puissance spécifique, mais dont le couple moteur est, à chaque instant, proportionnel au produit des intensités des courants qui traversent respectivement les inducteurs et l'induit. Le moteur du compteur d'énergie électrique du professeur Elihu Thomson est le type des moteurs électrodynamiques à courants alternatifs. Les moteurs électrodynamiques sont nécessairement des appareils à faible puissance spécifique, car les actions électrodynamiques sont faibles dans un milieu dont la perméabilité magnétique est égale à 1. Si on veut augmenter les actions, il faut alors mettre beaucoup de fil sur les enroulements, et augmenter les dimensions de l'appareil, ce qui n'a aucune influence sur la puissance spécifique.

Pour éviter les pertes par courants de Foucault et par hystérésis provenant des inversions rapides d'aimantation dans les inducteurs des moteurs à champ alternatif, M. Mordey a proposé de faire passer le courant alternatif par un redresseur monté sur l'axe même du moteur. Au moment de la mise en marche, l'action de ce redresseur est nulle, mais, au fur et à mesure de l'accroissement de vitesse angulaire, le courant traversant le moteur se trouve de plus en plus redressé, c'est-à-dire que la fréquence des inversions diminue, ce qui réduit d'autant les pertes causées par ces inversions et améliore le rendement ainsi que la puissance spécifique. Ces inversions disparaîtraient même nulle dans les inducteurs si la vitesse angulaire du moteur devenait synchrone avec la fréquence du courant alternatif qui l'alimente.

C'est aussi dans la classe des moteurs à champ alternatif qu'il convient de placer des moteurs à induit fermé. Les expériences de répulsions électrodynamiques du professeur Elihu Thomson ont montré qu'un circuit fermé placé dans un champ alternatif tend à se déplacer de façon à rendre son coefficient d'induction mutuelle minimum, c'est-à-dire de façon à rendre minimum le flux de force qui le traverse. Si l'on place dans ce champ alternatif une série de bobines élémentaires mobiles autour d'un axe commun, et qu'un système de balais convenablement disposé ferme chacune des bobines en court-circuit au moment où le flux qui la traverse est maximum, et l'ouvre au moment où le flux devient nul, pour la laisser en circuit ouvert jusqu'au moment où le flux redevient maximum, chacune de ces bobines est soumise à une force, et par suite produit un couple moteur que la multiplicité des bobines rend sensiblement constant. Dans ce moteur, il n'y a aucune connexion entre le circuit inducteur et le système induit. Le circuit inducteur est métalliquement fermé sur les fils venant du générateur, le circuit induit est fermé sur lui-même. L'expérience est facilement réalisable avec une petite machine Gramme ou Rehniewski à deux pôles, en ayant soin de décaler les balais de 45° environ dans le sens de la rotation.

Les moteurs à champ alternatif sont peu employés, et il n'a pas été publié jusqu'ici d'expériences indiquant leur rendement. Il est peu probable, d'ailleurs, qu'ils reçoivent un grand développement industriel, car les moteurs à champ tournant, dont il nous reste à parler, présentent les mêmes avantages que les moteurs à champ alternatif au point de vue du démarrage et du synchronisme, mais ils offrent de plus le grand avantage de fonctionner sur circuits métalliques entièrement

¹ On appelle *puissance spécifique* d'un moteur ou d'un générateur, le quotient de sa puissance utile par sa masse. En électricité, les puissances spécifiques se mesurent généralement en watts par kilogramme. Plus ce facteur est grand, plus l'appareil est léger, peu encombrant et économique de prix d'achat.

fermés, sans aucune commutation ni interruption.

C. MOTEURS A CHAMP TOURNANT. — M. Ferraris a indiqué pour la première fois, en mars 1888, le principe des moteurs à courants alternatifs, moteurs dont le développement actuel fait prévoir à bref délai une véritable révolution aussi bien dans le transport des grandes forces motrices à de grandes distances que dans la destruction de l'énergie électrique pour moteurs de faible puissance. Voici d'abord le principe établi par M. Ferraris : Lorsque deux courants alternatifs de même période traversent deux circuits disposés rectangulairement, la résultante de chacun des deux champs magnétiques que produirait chaque circuit s'il était seul est un champ magnétique tournant, d'intensité constante et de vitesse angulaire uniforme, faisant un tour complet pendant la durée d'une période. Si l'on place dans ce champ tournant un circuit fermé sur lui-même, ce circuit sera le siège de courants induits, et ces courants induits tendront à faire tourner le circuit induit dans le sens même de la rotation du champ.

Sauf le mode de production du champ tournant, la rotation ainsi obtenue est identique à celle de l'expérience classique connue sous le nom de *magnétisme de rotation* d'Arago.

On peut aussi dire, avec plus d'exactitude, que le moteur à champ tournant fonctionne en vertu des courants de Foucault dont il est le siège. Ces courants de Foucault seraient nuls si le circuit était immobile dans le champ, c'est-à-dire si le circuit tournait à la même vitesse angulaire que le champ, et c'est pour satisfaire à cette condition d'immobilité relative que le circuit tourne dans le champ, et dans le même sens que lui : le circuit *suit* le champ.

Bien que d'invention relativement récente, les moteurs à champ tournant sont déjà très variés comme principes et comme dispositions. Ils se distinguent principalement par le mode de production du champ tournant, et par le générateur qui alimente le moteur. Nous examinerons successivement les moteurs à courants alternatifs ordinaires, et les moteurs alimentés par des alternateurs à induits multiples produisant des courants *polyphasés*.

a. *Alternateurs ordinaires*. — Plusieurs procédés permettent d'obtenir, avec un courant alternatif ordinaire, deux courants alternatifs décalés d'un quart de période et capables, par suite, de produire un champ tournant.

M. Ferraris a proposé d'employer deux circuits alimentés, le premier directement par l'alterna-

teur, le second par le circuit secondaire d'un transformateur dont le circuit primaire est monté en dérivation sur l'alternateur.

Pour obtenir un champ tournant, M. Tesla excite les inducteurs par deux circuits distincts montés en dérivation sur la canalisation. Chacun de ces circuits est constitué par un certain nombre de bobines en tension, mais l'un des circuits a des bobines présentant une faible résistance et un grand coefficient de self-induction, c'est-à-dire une grande constante de temps, tandis que le second circuit a, au contraire, une grande résistance et un faible coefficient de self-induction. Le décalage de l'intensité sur la force électromotrice étant proportionnel à la constante de temps, il est possible de combiner les constantes de temps des deux circuits de telle façon que le décalage soit sensiblement égal à un quart de période... On réalise ainsi les conditions nécessaires à la rotation continue d'un circuit fermé placé dans le champ tournant produit par les inducteurs.

M. Schallenberger dispose un circuit induit fermé sur lui-même et placé obliquement par rapport au circuit primaire alimenté par l'alternateur. Les réactions du circuit inducteur principal et du circuit induit produisent un champ tournant.

Dans le moteur de MM. Hutin et Leblanc le champ tournant est produit par deux séries de bobines montées en dérivation sur l'alternateur, mais en intercalant un condensateur dans l'un des circuits. On obtient ainsi très facilement entre les courants traversant les deux dérivation le décalage d'un quart de période nécessaire à la production du champ tournant.

On sait, en effet, qu'en intercalant un condensateur dans un circuit présentant de la self-induction, on diminue le coefficient de self-induction apparent de l'ensemble, ainsi que le décalage du courant traversant la bobine et le condensateur par rapport à la force électromotrice produisant ce courant. C'est cette propriété qui est appliquée dans le moteur de M. Leblanc¹. Le système induc-

¹ *Théorie élémentaire des moteurs à courants alternatifs à champ magnétique tournant et à induit fermé*. Voici, très succinctement résumée, la théorie des moteurs à champ tournant ramenée au cas le plus simple, celui de deux circuits inducteurs décalés de un quart de période agissant sur deux circuits induits décalés de un quart de tour. Cette théorie est établie d'après une étude de MM. Hutin et Leblanc résumée par M. Frank-Géraldy dans la *Lumière électrique* du 4 juillet 1891.

Courant inducteur. — Le courant inducteur fourni par la génératrice se bifurque en deux parties dont l'une renferme 8 bobines induites montées en deux dérivation de 4 bobines en tension, l'autre renferme les 8 autres bobines induites montées en tension, ce second circuit se trouvant coupé par un condensateur. En proportionnant convenablement la capacité du condensateur et la fréquence du courant alternatif, on peut obtenir que les intensités traversant respectivement les

teur de ce moteur est formé d'un anneau portant 16 épanouissements de fer feuilleté rayonnant à

deux circuits soient décalées de un quart de période, et satisfassent aux équations

$$\begin{aligned} I_A &= A \sin \omega_1 t \\ I_B &= A \cos \omega_1 t \end{aligned}$$

en posant, une fois pour toutes,

$$\omega_1 = \frac{2\pi}{T_1}$$

Dans ces conditions, le champ magnétique résultant est un champ magnétique tournant. Nous supposons pour simplifier le raisonnement et l'explication, qu'il y a un seul champ tournant et que le champ tournant fait un tour complet par période (dans le moteur multipolaire construit par M. Leblanc, il y a, en réalité, quatre champs tournants, une révolution entière du champ correspond donc à quatre périodes).

Le champ tournant inducteur fait ainsi N_1 tours par seconde, en posant $N_1 = \frac{1}{T_1}$, N_1 étant la fréquence du courant alternatif, ou le nombre de périodes complètes par seconde traversant le circuit primaire ou inducteur.

Induits. — Les bobines induites, au nombre de 16, peuvent être également considérées, au point de vue du raisonnement, comme une seule bobine soumise à l'action du champ tournant. Cet induit étant tout d'abord immobile, il sera le siège de courants alternatifs de fréquence $\frac{1}{T_1}$ ou de N_1 périodes par seconde.

Si nous supposons, au contraire, le champ magnétique fixe dans l'espace et que nous fassions tourner la bobine induite avec une vitesse angulaire de N_2 tours par seconde, elle sera le siège de courants alternatifs d'une fréquence $\frac{1}{T_2} = N_2$.

Comme l'induit se meut sous l'action du champ inducteur, il s'y développe des courants induits qui s'opposent à la création des courants qui naîtraient dans cet induit s'il était maintenu immobile par rapport au champ tournant. Ces courants induits ne se manifestent donc qu'en vertu de la vitesse angulaire relative $N = N_1 - N_2$ des inducteurs et de l'induit. Ces courants sont maxima lorsque $N_2 = 0$, c'est-à-dire lorsque l'induit est immobile; ils tendent à diminuer par l'accroissement de N_2 et deviendraient nuls, à la limite, dans un moteur théoriquement parfait pour $N_2 = N_1$ et $N = 0$.

En négligeant les réactions d'induit, réactions faibles dans une machine bien proportionnée, nous pouvons établir les équations du moteur à courants alternatifs ainsi constitué en considérant que la fréquence du courant alternatif engendré dans l'induit a pour valeur $N_1 - N_2 = N = \frac{1}{T}$, et en posant

$$\frac{2\pi}{T} = \omega.$$

Appelons Φ le flux d'induction magnétique total produit par l'inducteur sur l'induit pendant le temps d'une période relative T . (Cette valeur Φ est le quadruple du flux réel, comme il est facile de l'établir en considérant les variations pendant la période entière). La force électromotrice moyenne induite E_2 aura donc pour valeur

$$E_2 = \frac{\Phi}{T}$$

et si le circuit induit a une résistance R_2 et un coefficient de self induction L_2 , on aura pour valeur de l'intensité efficace I_2 ,

$$I_2 = \frac{\Phi}{T \sqrt{R_2^2 + \omega^2 L_2^2}} = \frac{N \Phi}{\sqrt{R_2^2 + \omega^2 L_2^2}},$$

avec un décalage φ tel que

$$\tan \varphi = \omega \frac{L_2}{R_2}.$$

L'intensité à chaque instant i_2 sera, en appelant $I_{0,2}$ l'intensité maxima dans le circuit induit :

$$i_2 = I_{0,2} \cos(\omega t - \varphi).$$

l'intérieur d'un tambour formant un vide cylindrique dans lequel est placé l'induit. Entre les

Appelons H_1 l'intensité du champ magnétique tournant produit par les inducteurs, intensité constante par principe et par définition. Le couple moteur W exercé à chaque instant par le champ sur le circuit induit aura évidemment pour valeur à l'instant t :

$$W_t = H_1 I_2 \cos \omega t = H_1 I_{0,2} \cos \omega t \cos(\omega t - \varphi).$$

Dans le moteur de M. Leblanc les deux systèmes de bobines induites peuvent être assimilés à deux bobines induites décalées l'une par rapport à l'autre de $\frac{1}{2}$ de période, de sorte que l'on peut écrire directement, pour ce second circuit, la valeur du couple moteur

$$W'_t = H_1 I_2 \sin \omega t = H_1 I_{0,2} \sin \omega t \sin(\omega t - \varphi)$$

et pour le couple total sur les deux bobines W

$$W = W_t + W'_t = H_1 I_{0,2} [\cos \omega t \cos(\omega t - \varphi) + \sin \omega t \sin(\omega t - \varphi)]$$

d'où

$$W = H_1 I_{0,2} \cos \varphi.$$

Le couple moteur est donc constant, quelle que soit la position relative des deux bobines et du champ magnétique inducteur à chaque instant. La puissance d'un moteur étant le produit du couple moteur pour sa vitesse angulaire, on a finalement, pour valeur de la puissance P :

$$P = N_2 W = N_2 H_1 I_{0,2} \cos \varphi$$

avec les conditions :

$$\tan \varphi = \frac{\omega L_2}{R_2} \quad I = \frac{\Phi}{T \sqrt{R_2^2 + \omega^2 L_2^2}} = \frac{\Phi N}{\sqrt{R_2^2 + \omega^2 L_2^2}}$$

Pour avoir un décalage extrêmement petit, il faut faire $\tan \varphi$ très petit, et par suite R_2 très grand ce qui réduit le couple moteur W ainsi que l'intensité du courant induit I_2 .

En faisant φ très voisin de $\frac{\pi}{2}$, il faudrait avoir R_2 très petit pour satisfaire à la condition

$$\tan \varphi = \frac{\omega L_2}{R_2}$$

mais le facteur $\cos \varphi$ devient nul ainsi que le couple moteur. Ce couple moteur est maximum pour $\tan \varphi = 1$ correspondant à un décalage de $\frac{1}{4}$ de période, ce qui a lieu lorsque

$$R_2 = \omega L_2.$$

La résistance du circuit induit rendant le couple moteur maximum est donc une fonction linéaire de la vitesse angulaire relative ω . Lorsque le moteur est arrêté, il faut faire R_2 très grand et le diminuer à mesure que la vitesse angulaire augmente pour satisfaire à chaque instant à la condition

$$R_2 = \omega L_2$$

on a alors, si cette condition est satisfaite :

$$\cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{2}}.$$

On aurait donc au démarrage un couple moteur plus faible qu'à marche normale si l'on ne faisait pas varier R_2 . C'est pour pouvoir faire varier R_2 dans chacun des circuits induits que ces circuits aboutissent à des collecteurs et à des balais entre lesquels sont intercalés des rhéostats, qui permettent d'ailleurs de régler la vitesse angulaire.

Rendement électrique. — En négligeant la puissance perdue dans les inducteurs, perte que l'on peut rendre aussi faible qu'on le veut en employant un fil assez gros, il est facile d'établir, en s'appuyant sur les formules précédentes, que le rendement électrique η a pour valeur

$$\eta = \frac{N_1}{N_2}.$$

Il ne dépend donc que du rapport des vitesses angulaires et il devient égal à 1 lorsque $N_1 = N_2$, mais alors la puissance produite est nulle parce qu'il ne passe aucun courant dans le circuit induit.

En pratique on obtient des rendements élevés parce que les

épanouissements polaires sont placées 16 bobines. Ces 16 bobines forment deux groupes distincts : si on les numérote successivement : 1, 2, 3, ... 14, 15, 16, les bobines de rang impair forment le circuit A, les bobines de rang pair le circuit B. Les 8 bobines du circuit A sont couplées entre elles par quatre en tension et forment deux circuits montés directement en dérivation sur les fils venant de la génératrice. Les 8 bobines formant le circuit B sont couplées en tension et disposées également en dérivation sur la génératrice, en y intercalant un condensateur de capacité convenable. Dans ces conditions, les dérivations formées par les deux circuits A et B sont traversées par des courants périodiques présentant entre eux un décalage de un quart de période, et satisfaisant ainsi aux conditions nécessaires à la production d'un champ magnétique tournant, bien que la génératrice ne fournisse qu'un courant unique.

Il va sans dire que dans la machine à champ tournant produit par 16 bobines, la rotation complète du champ ne se fait, en réalité, qu'à raison de un quart de tour par période, et qu'il faut quatre périodes pour correspondre à un tour complet. La machine de M. Leblanc est donc une machine à seize pôles.

Le circuit mobile est constitué par deux enroulements polygonaux entrecroisés, renfermant huit bobines chacun. Les spires de ces bobines sont logées dans seize entailles ménagées dans un tambour cylindrique composé de feuilles de tôle découpées et superposées. Les seize bobines induites forment deux circuits distincts renfermant chacun huit bobines montées en tension. Leurs extrémités aboutissent à trois bagues collectrices, l'une des bagues étant commune aux deux circuits. Sur ces bagues frottent trois balais; ces balais sont reliés à deux rhéostats manœuvrés à la main, qui permettent d'introduire dans chaque circuit induit une résistance variable. Pour le démarrage, il y a intérêt à rendre cette résistance grande afin d'augmenter le couple moteur. Lorsque la vitesse augmente, on diminue graduellement les résistances introduites dans chacun des circuits induits, jusqu'au moment où la résistance dans le rhéostat devient nulle, les induits se trouvant ainsi en court-circuit. Le moteur tourne alors à sa vitesse normale maxima.

La machine avait été calculée pour produire

15 000 watts avec une fréquence de 120 périodes par seconde, mais la machine génératrice dont on disposait n'a pas permis de dépasser une fréquence de 83 périodes par seconde, et une puissance utile de 8000 watts, le rendement électrique correspondant étant de 89 pour 100. Le rendement industriel correspondant n'a pu être déterminé à défaut de wattmètre, ou de tout autre instrument permettant de déterminer avec quelque précision la puissance fournie.

Les travaux de M. Maurice Leblanc ont mis en lumière le fait que l'on peut utiliser pratiquement et industriellement les condensateurs à la suppression des effets nuisibles de la self-induction, et montré comment il fallait construire ces condensateurs pour qu'ils puissent résister efficacement aux tensions élevées auxquelles ils sont soumis. Cet emploi des condensateurs sera d'ailleurs d'autant plus avantageux et économique que l'on fera usage de courants de plus grande fréquence, et il justifie une fois de plus les tendances actuelles des inventeurs et des constructeurs vers les courants de grande fréquence. Sans chercher à atteindre, comme M. le professeur Elihu Thomson et M. Tesla, des fréquences de 5000 et même de 10 000 périodes par seconde, il semble que l'on pourrait aller plus loin qu'on ne le fait, et dépasser le chiffre de 133 actuellement le plus élevé employé seulement par Westinghouse en Amérique.

Un système à courants alternatifs dans lequel on fait un emploi combiné de condensateurs et de bobines présentant de la self-induction, possède une énergie potentielle beaucoup moins grande qu'un circuit ordinaire : il en résulte que les ruptures accidentelles du circuit sont beaucoup moins dangereuses au point de vue de la conservation des appareils et à celui des actions physiologiques, et que l'on peut ainsi atteindre sans danger des tensions beaucoup plus élevées.

*b. Alternateurs à phases multiples ou à courants polyphasés*¹. — Les solutions indiquées précédemment conviennent à la distribution de la force motrice et à l'alimentation des moteurs de puissance moyenne ou de faible puissance. Pour les transports de grandes puissances, on préfère avoir recours à des générateurs spéciaux, produisant non plus un courant alternatif ordinaire, mais plusieurs courants alternatifs décalés d'une fraction de période convenable, c'est-à-dire des courants alternatifs *polyphasés*.

¹ Ces courants sont généralement désignés sous le nom de *courants tournants* ou de *courants à phases multiples*. La première expression est impropre, car les courants ne sont pas tournants; la seconde est hybride et longue. Celle que nous proposons, *courants polyphasés*, nous semble correcte et suffisamment abrégée pour les besoins de la pratique.

vitesse angulaires N_1 et N_2 du champ tournant et des induits ne diffèrent que de quelques centièmes. Il en résulte comme conséquence que la résistance $R_2 = \omega L_2$ doit être très petite. La formule relative à la puissance produite démontre, d'autre part, que la vitesse angulaire N_2 doit être très grande pour que le moteur ait une grande puissance spécifique. Les moteurs à courants alternatifs à champ tournant et à induit fermé doivent donc fonctionner avec des fréquences très élevées.

On peut employer, comme solution la plus simple, deux courants amenés par quatre fils, ou trois fils seulement, en se servant d'un fil de retour commun. Des dispositions de ce genre ont été préconisées par MM. Ferraris et Tesla. Etant donnée l'obligation d'avoir recours à trois fils, on préfère les utiliser à la production de trois courants d'égalé période, mais décalés l'un par rapport à l'autre d'un tiers de période, en profitant de cette observation que, pour trois courants ainsi décalés, la somme algébrique des intensités à chaque instant est toujours nulle, chacun des fils servant de retour aux courants traversant les deux autres circuits au même instant. Tel est le principe des moteurs à courants polyphasés réalisés depuis moins de deux ans par MM. Dolivo-Dobrowolsky, Haselwander, Bradley et Wenstrom. Un transport d'une force motrice de 300 chevaux fondé sur des courants de ce genre et actuellement en cours d'installation entre Lauffen et Francfort-sur-le-Mein, sur une distance de 175 kilomètres, sera effectué à l'aide de courants à trois phases engendrés à basse tension, transformés à haute tension (20 000 à 30 000 volts) par des transformateurs isolés au pétrole spécialement combinés et construits dans ce but par M. Brown. A l'arrivée, ces courants seront transformés de nouveau en courants de basse tension par un transformateur analogue au premier, et finalement envoyés dans un moteur à champ tournant et à courants triphasés. L'intérêt tout particulier de ces expériences, dont on attend les résultats avec impatience et curiosité, réside dans le point, à fixer définitivement, que les courants alternatifs se prêtent mieux que les courants continus à la production, à la transformation et au transport à grande distance des puissances électriques représentées par de hauts

potentiels et de faibles intensités. Les moteurs à champ tournant étant, d'autre part, des appareils à circuits métalliquement fermés, ne peuvent par suite donner naissance à aucune étincelle d'extracourant ni à aucune rupture dangereuse, la seule interruption nécessaire étant celle du commutateur de mise en marche ou d'arrêt, en un point spécial où toutes les précautions peuvent être prises pour faire disparaître tout danger.

Les courants alternatifs polyphasés semblent donc ouvrir une voie nouvelle à la distribution de l'énergie électrique et à ses applications industrielles. Un certain nombre de ces applications sont actuellement montrées pour la première fois à l'Exposition d'électricité de Francfort-sur-le-Mein. Nous leur consacrerons une étude spéciale au retour de la visite que nous nous proposons de faire à cette exposition en septembre prochain.

Cette revue rapide des procédés actuellement employés ou étudiés pour la transformation commode et économique de l'énergie électrique des courants alternatifs en travail mécanique nous montre que l'on peut considérer dès à présent le problème comme résolu. Il en sera sans doute de même à bref délai de l'utilisation des courants alternatifs aux opérations électrochimiques dans lesquelles intervient l'électrolyse, et à l'emmagasinement de l'énergie électrique : les courants alternatifs prendront alors une importance industrielle plus considérable que les courants continus, et nous assisterons bientôt à une nouvelle évolution des procédés électriques, en attendant celle que nous réservent, pour plus tard, les courants alternatifs de très grande fréquence.

E. HOSPITALIER,

Professeur à l'Ecole de Physique
et de Chimie industrielles de Paris.

REVUE ANNUELLE DE CHIRURGIE

L'an dernier, écrivant dans ce journal notre première Revue, nous avons cherché à donner une idée de la transformation complète de la chirurgie à la suite de trois grandes découvertes de la seconde moitié de ce siècle, l'anesthésie qui supprime la douleur, la forcipressure qui rend maître des hémorragies et l'antisepsie qui met à l'abri des agents infectieux.

Nous pouvons aujourd'hui faire un pas en avant. L'année qui vient de s'écouler n'a nullement démenti les promesses de la chirurgie nouvelle. Bien au contraire. Aussi le nombre des réactionnaires diminue-t-il chaque jour. Il suffit pour s'en convaincre de lire les comptes-rendus de notre Société

de chirurgie, dont les délibérations donnent l'idée exacte de l'état de la science dans notre pays. L'allure des discussions y a complètement changé depuis quelques années; on n'y voit plus guère ces joutes oratoires où chacun cherchait dans des souvenirs lointains l'évocation de faits antérieurs de sa pratique. Des observations précises, des statistiques complètes semblent actuellement le point principal. L'esprit scientifique s'est modifié; l'exposé brutal d'un procédé opératoire, suivi du relevé complet d'une série de cas, a beaucoup plus d'importance à nos yeux que de longs raisonnements. Chacun sent que le nombre des faits est insuffisant pour fournir une base sérieuse aux appréc-

ciations et l'on demande, avant de raisonner sur la façon de construire l'édifice, à savoir de quels matériaux on pourra disposer.

La nécessité de faits précis est tellement importante que, sans eux, il est impossible de trancher une question; nous n'en voulons pour preuve que l'interminable discussion du *traitement des plaies pénétrantes de l'abdomen*, qui reparait chaque année sur le tapis et qui n'est pas encore résolue. Certes, les perfectionnements successifs apportés à la technique de la laparotomie ont amené à l'intervention immédiate un nombre de chirurgiens de plus en plus grand. M. Terrier, en particulier, a lutté avec conviction pour soutenir l'opinion qui veut : 1^o qu'on explore les plaies de l'abdomen; 2^o qu'on ouvre immédiatement le ventre dès qu'on a constaté que la plaie est pénétrante. Mais en face de lui, en face de Pozzi, de Quénu, de Routier, de Jallaguer, de A. Broca, se maintient un camp irréductible personnifié dans M. Reclus, l'ardent et habile défenseur de la thèse adverse.

Bien qu'en principe nous soyons porté à préconiser la laparotomie immédiate, nous comprenons très bien que quelques-uns hésitent, et si la statistique démontre un jour que l'abstention donne de meilleurs résultats, nous n'hésiterons pas à nous y rallier. C'est là un des exemples les plus remarquables de la nécessité de relevés statistiques précis; par là nous entendons de statistiques émanant d'une source unique et non pas de ces relevés faits en rassemblant des faits recueillis çà et là, venant de sources variables, d'opérateurs ayant une valeur inégale et suivant des errements différents. En tous cas, en pareille question, l'éclectisme ne nous paraît pas de mise¹.

Cette année, comme l'an dernier, nous avons surtout à rendre compte d'opérations nouvelles, le nombre des interventions s'accroissant de jour en jour avec leur bénignité. C'est toujours la thérapeutique chirurgicale qui fournit le principal aliment aux discussions des diverses Sociétés et, comme de juste, la chirurgie des viscères, laissée dans l'ombre jusqu'à l'introduction des méthodes antiseptiques, offrant par suite un champ nouveau aux opérateurs de notre époque, est celle qui occupe la place la plus grande. Nous aurons donc surtout à parler,

dans cette Revue, d'opérations et de résultats immédiats. Sur quelques points cependant il nous sera déjà possible de parler de résultats éloignés. C'est ainsi qu'à propos des opérations sur les organes génitaux internes de la femme, une importante discussion du dernier Congrès français de Chirurgie nous permettra d'établir leurs conséquences lointaines.

I. — CENTRES NERVEUX.

La question de l'intervention chirurgicale dans les affections non traumatiques des centres encéphaliques, a fait l'objet de nombreux travaux, tant dans les divers recueils périodiques, qu'aux congrès de Berlin et de Paris où elle a été discutée. Laissant de côté la craniectomie, magistralement exposée dans cette *Revue* par le P^r O. Lannelongue¹, nous ne nous occuperons que des trépanations destinées à permettre l'ablation de tumeurs, ou la cure d'accidents épileptiques.

Conçue par P. Broca, la trépanation pour les troubles cérébraux a été pratiquée et préconisée par J. Lucas-Championnière, en France; par Mac Even et Horsley, en Angleterre; par Keen en Amérique. Elle est aujourd'hui admise par tous. Horsley, Péan, E. Doyen, etc., enlèvent avec succès des tumeurs du cerveau. Ces interventions sont d'autant plus justifiées que, même dans les cas où l'ablation du néoplasme est impraticable, on observe souvent, après la trépanation, la disparition de certains accidents, tels que la céphalalgie ou des phénomènes de névrite optique. Jeannel, Reynier, Verchère, Terrier, Championnière, etc., communiquent, soit au Congrès français de Chirurgie, soit à la Société de Chirurgie, des faits de trépanation pour épilepsie jacksonnienne. Girard pratique cette opération dans un cas d'épilepsie essentielle et guérit un malade; Keen, Thiriar, A. Broca drainent des hydrocéphalies et, faisant ainsi cesser par l'évacuation du liquide la compression excentrique du cerveau, voient disparaître la contracture qu'elle déterminait. Aussi, en présence de ces succès multiples, voit-on Lucas-Championnière et Michaux faire avec avantage la trépanation pour des hémorrhagies méningées.

Dans tous ces cas, la décompression cérébrale paraît jouer un grand rôle et contribuer, pour une bonne part, à l'amélioration dans l'état des malades. De là l'indication de faire des trépanations larges, de véritables craniectomies et la nécessité de ne pas pratiquer de réimplantations osseuses, une reproduction de l'os remettant les choses en l'état et par conséquent pouvant amener le réta-

¹ Nous n'en voulons pour preuve qu'un des faits relatés par M. Terrier à la Société de Chirurgie: Un malade entre à l'hôpital Bichat, porteur d'une plaie pénétrante de l'abdomen; l'interne l'explore avec le doigt, ne ramène pas de matières intestinales et ne conclut dès lors pas à la laparotomie. — Le malade meurt. On aurait dû ouvrir le ventre, dit M. Terrier, ici comme dans tous les cas. — Non, répond M. Reclus, le malade est mort parce qu'on a décollé, par l'exploration, des adhérences en voie de formation. — Conclusion: Il ne faut pas explorer les plaies de l'abdomen; ou, si on les explore, il faut, en cas de pénétration, faire la laparotomie immédiate. Il n'y a pas de milieu.

¹ Voir *Revue générale des Sciences* du 15 juillet 1890, t. I, p. 393.

blissement de la compression pathologique antérieure. La même raison fait qu'on ne doit pas tirer de conclusions trop prématurées des suites immédiates de l'intervention. Les phénomènes convulsifs reviennent quelquefois, même après d'assez longues périodes d'accalmie. La réimplantation osseuse est d'autant moins nécessaire que, lorsque la réparation est faite sans suppuration après la trépanation, la paroi protectrice, constituée par le périérane fusionné avec la dure-mère, est, comme le fait remarquer M. Championnière, absolument suffisante, et que jamais on n'a besoin d'appareils protecteurs, alors même que l'on a ouvert de larges baies crâniennes. Un fait cependant doit être noté au passif du trépan, c'est que chez les malades porteurs d'une grosse lésion cérébrale, la trépanation peut devenir une opération grave, d'autant plus que l'hémorrhagie, toujours considérable, peut amener la mort, surtout s'il existait antérieurement un certain degré d'affaiblissement (J. L.-Championnière).

En même temps qu'elle s'est attaquée aux lésions encéphaliques, la chirurgie, dans ces dernières années, a entrepris de guérir certains accidents médullaires, liés à la compression de l'axe nerveux par des lésions circonvoisines. La *trépanation rachidienne*, à peu près délaissée en France, depuis Chédevergne, paraît avoir acquis, grâce à l'antisepsie, un regain d'actualité, au moins à l'étranger. Une série de travaux, que M. A. Chipault a publiés pendant l'année qui vient de s'écouler, contribuera certainement à la vulgariser.

Dans les fractures, les faits semblent établir que la trépanation est formellement indiquée lors de symptômes médullaires dus à la compression de la moelle par des fragments postérieurs, lors de compression de la queue de cheval. Elle semble utile lorsque la moelle est comprimée entre le corps et un arc postérieur, lorsqu'il y a compression médullaire par un hématorachis. Elle est inutile lorsque, la moelle ayant été contuse, les fragments déplacés au moment du traumatisme ont repris leur place normale.

Dans les compressions médullaires par tumeur ou par mal de Pott la trépanation rachidienne est de même indiquée. Elle permet, non seulement d'agir sur des lésions de l'arc postérieur, mais encore d'agir sur des lésions ostéo-méningées anté-médullaires après réclinaison de l'axe nerveux.

Les vices de conformation de l'encéphale et de la moelle ont été cette année l'objet de travaux intéressants. M. P. Berger a étudié une variété particulière d'exencéphale crânien, l'*encéphalome*, comme il dit, véritable néoplasie, car la masse herniée ne présente ni la structure du cerveau ni celle du cervelet, mais participe à la structure de l'un

et de l'autre de ces organes. Ces particularités de structure, jointes à la sécurité opératoire que donnent les traitements antiseptiques, conduit à rejeter l'opinion classique qui voulait que les opérations sanglantes fussent proscrites sans discussion. Les succès obtenus par Périès, P. Berger, Picqué en excisant des encéphalomes, montrent du reste la nécessité de réagir contre les anciens errements.

Il en est de même des *spina bifida*, que l'on ne craint plus d'opérer. Après incision du sac on réunit les éléments nerveux, on suture le pédicule et l'on excise au-delà de la suture.

II. — CHIRURGIE DU THORAX.

La *résection du sommet du poulmon* a été cette année pratiquée pour un noyau tuberculeux par M. Tuffier, qui a indiqué pour la faire un procédé simple et pratique. Malheureusement c'est là une opération de peu d'avenir, l'indication ne paraissant guère devoir s'en présenter. MM. Roux (de Lausanne), Poirier et Jonesco ont depuis lors indiqué de nouveaux procédés, ayant pour but de permettre l'incision de cavernes pulmonaires. Nous-même, avec M. Quénu, avons publié un mémoire sur les *voies d'accès dans le médiastin postérieur*. La constatation d'un diverticule rétro-œsophagien de la plèvre droite nous a conduits à fixer le côté gauche comme siège de l'incision malgré la présence de l'aorte, qui ne gêne du reste nullement les manœuvres.

III. — CHIRURGIE DE L'ABDOMEN.

Nous avons déjà vu au début de cette Revue l'état actuel de la question du traitement des plaies pénétrantes et nous n'avons rien à y ajouter.

Deux communications du dernier Congrès français de Chirurgie, une de P. Reynier, une autre de Jullien montrent les avantages de la réouverture du ventre, dans les *péritonites post-opératoires*. Cette réouverture, suivie du lavage et du drainage de l'abdomen, a permis à chacun de ces chirurgiens de sauver une de leurs opérées et de montrer, une fois de plus, que, dans les cas graves, la hardiesse est de mise.

Une question, qui, depuis un an, a fait des progrès très grands parmi nous, est celle des *appendicites* et des abcès de la fosse iliaque. Née en Amérique, importée en Allemagne et en Angleterre tout d'abord, l'appendicite n'est que tardivement parvenue aux chirurgiens français. Mais, dans ces quinze derniers mois, elle a suscité tant de travaux, elle a fait l'objet de tant de communications dans les diverses Sociétés savantes, que, née d'hier, elle a déjà détrôné la typhlite et la pérityphlite.

Il était classique d'admettre que l'engouement stercoral amenait la typhlite, que celle-ci pouvait à son tour aboutir soit à la résolution, soit à la perforation de l'intestin; et, suivant que celle-ci se faisait dans le péritoine ou dans le tissu cellulaire de la fosse iliaque, on avait une péritonite ou un abcès iliaque. Les recherches anatomiques de ces dernières années, montrant un cœcum entouré partout de séreuse, firent contester la possibilité d'une perforation dans le tissu cellulaire, en l'absence d'adhérences préalables. Presqu'en même temps les chirurgiens américains, Fitz, Weir, Bull, Smith, etc., intervenant d'une manière précoce, constatèrent d'une part l'intégrité du cœcum, de l'autre la lésion de l'appendice. A dater de cette époque fut créée l'appendicite. Une thèse consciencieuse, publiée l'an dernier par M. Maurin et rassemblant tous les faits publiés, fut, avec un travail de Roux, le point de départ des recherches françaises. Presque aussitôt M. Reclus, par une série de communications et de mémoires intéressants, força ses confrères à porter leur attention sur cette question, et établit les points principaux de l'histoire des appendicites. Sans aller, comme certains chirurgiens américains, jusqu'à proposer l'ablation préventive de tous les appendices (!), nous croyons qu'actuellement en France l'intervention précoce est généralement acceptée. Il faut toutefois distinguer entre les cas et ne pas inciser à la première apparition d'une douleur dans la fosse iliaque. Mais dès que la persistance de la fièvre, jointe à la douleur et à une diminution locale de la sonorité, avec quelques symptômes péritonéaux, permet de soupçonner la perforation de l'appendice, on peut prendre le bistouri. Avec Roux et Reclus nous dirons qu'on n'intervient jamais trop tôt; dans un cas nous avons trouvé du pus quarante-huit heures après le début des accidents. L'incision courbe doit avoir son sommet à un doigt en dedans de l'épine iliaque antéro-supérieure et se porter immédiatement vers la fosse iliaque, le pus se trouvant presque toujours en bas et en dehors du cœcum, ce qui s'explique par ce fait que cœcum et appendice sont situés au-dessous et à droite d'une part de l'insertion du mésocolon ascendant, d'autre part de celle du mésentère. La simple incision du foyer permet souvent de guérir le malade et l'on ne doit pas s'acharner à chercher l'appendice. Ce serait s'exposer à détruire les adhérences protectrices qui limitent la cavité de l'abcès. L'important est d'assurer un libre écoulement au pus et d'ouvrir largement le foyer, prolongeant l'incision en haut et en dehors ou en bas et en dedans, suivant que l'abcès fuse vers la fosse lombaire ou vers la région pubienne.

A la phase de péritonite généralisée seulement

convient la laparotomie médiane, avec ou sans contre-ouverture latérale, excision de l'appendice et lavage péritonéal (Ricard).

Lorsque l'appendicite est à rechute, lorsqu'elle laisse un placard douloureux de péritonite chronique à sa suite, subissant de temps à autre des poussées, on est autorisé à intervenir dans l'intervalle des crises et à réséquer l'appendice. Cette intervention, tout en ne présentant pas la bénignité extrême que lui accordent les chirurgiens américains, Senn en particulier, est cependant indiquée, car elle a pour but d'éviter la perforation intestinale et ses suites.

Avant d'en terminer avec les maladies de la région cœcale, nous dirons qu'avec M. Pilliet nous avons récemment établi l'existence d'une *typhlite tuberculeuse à forme lymphoïde* simulant absolument les cancers de la région.

Les *maladies du foie* continuent, comme l'an dernier, à être le sujet d'interventions multiples. MM. Périer, Le Dentu, Chaput, Berger, Piqué, Terrier publient de nouvelles observations de cholécystotomie. MM. Périer, Terrier, etc. font avec succès la cholécystectomie. Aussi tout ce qui touche à la lithiase biliaire devient-il sujet d'actualité. A ce titre nous mentionnerons la thèse de M. Ernest Dupré sur les infections biliaires, les diverses communications de Gilbert et Girode à la Société de Biologie sur les microbes de la bile, enfin nos travaux sur les déformations des vésicules calculieuses, l'anatomie normale et le cathétérisme des voies biliaires.

Marchant sur un terrain mieux connu, celui des kystes du foie, M. Michaux, en insistant sur les particularités des kystes centraux et des kystes totaux, nous a montré que tout n'était pas encore dit sur la question.

Un foie mobile a fourni à M. Gérard Marchand l'occasion de faire une hépatopexie.

Signalons enfin, pour en terminer avec les maladies du foie, une série de mémoires de Bertrand, de Defontaine, etc. sur les abcès du foie, qui tous aboutissent à l'indication de l'incision large en un temps. La non infection du péritoine à la suite de l'ouverture de ces abcès, en l'absence de toute adhérence, pourrait peut-être s'expliquer, comme le fait remarquer M. Peyrot, par la stérilité du pus qu'ils contiennent. Les recherches de Kartulis, de Laveran, de Netter, de Veillon ont aujourd'hui bien établi que le pus des abcès du foie consécutifs à la dysenterie ne contenait pas de micro-organisme, décelables par des méthodes bactériologiques usuelles et qu'en particulier les microbes habituels de la suppuration y font complètement défaut.

L'étude d'un *kyste du pancréas*, que nous avons

abordé par la laparotomie, nous a permis d'établir que l'on avait tort de regarder ces kystes comme des kystes par rétention. Reprenant les diverses observations publiées, nous n'avons pas eu de peine à démontrer qu'il s'agissait d'épithéliomas kystiques, d'une malignité variable, susceptibles de se généraliser au foie dans certains cas.

Nous fondant sur ce que toute sonde laissée à demeure dilate l'orifice où elle se trouve, nous avons dans la *gastrostomie* rejeté l'emploi des obturateurs, de quelque nature qu'ils fussent et avons ainsi évité les écoulements de suc gastrique si pénibles pour les malades opérés; aussi notre pratique a-t-elle été adoptée par notre maître M. F. Terrier, dans le service duquel nous avions fait ces essais.

M. Chaput, continuant ses travaux sur la *Chirurgie de l'intestin*, a décrit cette année un nouveau procédé d'entéro-anastomose. Il amène dans la plaie abdominale les deux anses à anastomoser et commence par les suturer latéralement l'une à l'autre sur une hauteur de 5 à 6 centimètres. Après les avoir fixées dans la plaie, il fait sur chaque anse une incision de 1 centimètre. Dans un second temps il place une pince pour faire une brèche sur l'éperon. Enfin dans un troisième il ferme les orifices intestinaux s'ouvrant à l'extérieur.

Ce procédé, qui a l'inconvénient d'être long, d'exiger plusieurs séances successives et qui, pas plus que les autres procédés, ne met à l'abri de l'oblitération, aurait l'immense avantage d'être d'une innocuité et d'une sécurité à peu près absolue.

IV. — CHIRURGIE DU RECTUM.

Les indications de l'extirpation du cancer du rectum semblent s'être actuellement dégagées des nombreuses observations publiées. Après avoir appliqué largement, trop largement dirons-nous, la *méthode de Kraske*, les chirurgiens ont limité leurs interventions par la voie sacrée aux cancers à siège élevé, épargnant la région sphinctérienne, bien circonscrits et franchement opérables, les opérations de cancers volumineux et adhérents étant suivis de mort, de récidives rapides ou de fistules stercorales. Encore faut-il, même pour ces cancers circonscrits, n'opérer, comme l'a précisé F. Terrier, que s'il n'y a pas complication de phénomènes aigus d'obstruction intestinale.

L'ablation du rectum non cancéreux commence à être préconisée pour diverses affections. MM. Richelot et Quénu se louent d'y avoir eu recours dans des cas de *rétrécissements syphilitiques*; M. F. Terrier, s'en est très bien trouvé chez un malade, que des opérations multiples n'étaient pas arrivées à débarrasser des accidents déterminés par un ré-

trécissement congénital. La dilatation, d'ordinaire douloureuse, pas toujours innocente, est le plus souvent inefficace. La rectotomie, malgré l'amélioration que Péan lui a fait subir¹, est le plus souvent suivie d'une récidive. Aussi comprend-on que l'on ait été amené à traiter ces divers rétrécissements récidivants par l'ablation pure et simple, qui n'est malheureusement pas toujours possible, les lésions de la muqueuse, dans les rétrécissements syphilitiques en particulier, étant souvent très étendues, pouvant même remonter jusqu'à 23 centimètres au-dessus de l'anus, comme le fait existait chez une malade de M. P. Berger.

V. — GYNÉCOLOGIE.

Comme les années précédentes, la gynécologie a tenu une large place dans les travaux publiés et dans les communications des Sociétés savantes. Si certaines opérations très vantées, il n'y a encore que peu de temps, telles que l'*opération d'Alexander*, sont tombées dans un discrédit à peu près général, d'autres ont vu le jour. On a en particulier mené grand bruit autour du *traitement des suppurations pelviennes*. Tandis que Laroyenne à Lyon et Bouilly à Paris cherchaient à limiter la gravité de leurs interventions et, lors de collections aménables au contact du doigt vaginal, se contentaient, le col étant fixé et abaissé, de faire l'incision de la poche, d'autres étendaient de plus en plus leur champ opératoire. C'est ainsi que Péan et Segond sont arrivés insensiblement pour de petits ovaires kystiques à faire l'ablation totale de l'utérus et des annexes. Cette pratique, rapidement vulgarisée en France, ne semble pas avoir eu le même succès auprès des gynécologistes étrangers. Elle est même sévèrement jugée par les chirurgiens américains, par H. Coe en particulier qui voit, dans ces interventions brutales, un recul de la chirurgie française. Chez nous du reste, même pendant l'entraînement des premiers jours, la méthode a, dès l'abord, rencontré des adversaires sérieux, dont un surtout, M. Pozzi, s'est résolument jeté en travers.

Trois arguments ont été invoqués en faveur du traitement des affections inflammatoires péri-utérines par l'hystérectomie vaginale : 1° L'absence de cicatrice; 2° la gravité moindre; 3° l'efficacité supérieure.

Dans la réalité, si l'on compare les statistiques des deux adversaires en présence, on voit M. Segond venir avec 4 morts pour 23 cas, alors que M. Pozzi n'a que 4 morts sur 76 opérations consécutives par la laparotomie. Si, dans la suite, les

¹ Après section du rétrécissement en arrière, il abaisse l'angle supérieur (rectal) de la plaie losangique ainsi obtenue et le fixe à l'angle inférieur (cutané).

mêmes proportions se maintiennent, la question sera tranchée d'une manière définitive et l'opération de l'hystérectomie dans les affections péritonéales, ira rejoindre dans l'oubli les nombreuses méthodes que nous avons vu s'éteindre, dans ces dernières années, après avoir brillé d'un vif éclat pendant un court espace de temps. L'absence de cicatrice n'est pas, en effet, un argument sérieux, et l'efficacité supérieure n'est pas encore démontrée.

Le traitement des fibromes utérins a de même été l'objet de nombreux travaux. L'hystérectomie abdominale est toujours restée une opération grave.

Si M. Richelot a publié une série relativement heureuse, où la mortalité ne s'élève qu'à 18 %, M. Terrier a eu 39 % de morts et M. Segond 45 %. Aussi s'explique-t-on que l'on ait cherché à étendre au plus grand nombre des cas les traitements indirects, en particulier l'électricité, qu'un Français, M. Apostoli, a si largement fait accepter dans tous les pays de langue anglaise, sans arriver à la vulgariser dans son pays. MM. Championnière et Danion ont largement expérimenté l'action des courants électriques, évitant l'introduction d'aiguilles dans les tumeurs et utilisant les renversements de courants. Leurs résultats auraient été surtout excellents chez les malades ayant dépassé 35 ans. Toutefois on devrait, au dire de M. Richelot, s'abstenir de toute application électrique dès qu'il y a le moindre état inflammatoire des annexes.

Le traitement des fistules recto-vaginales, soulevé à la Société de Chirurgie par M. le Dentu, a fait l'objet d'une longue série de communications devant cette Société. La section directe du périnée jusqu'à la fistule, suivie de l'excision de celle-ci et de la périnéorrhaphie immédiate, constitue, comme l'a autrefois bien établi M. Ch. Monod, un mode de traitement excellent pour les fistules basses, mais nécessite des délabrements bien considérables lorsque la fistule est élevée. Aussi M. Le Dentu, propose-t-il pour celle-ci un procédé anaplastique à labeaux qui lui a donné un beau succès.

Une discussion du dernier Congrès français de Chirurgie a permis de préciser les résultats éloignés de l'ablation des annexes dans les affections non néoplasiques de ces organes. Il semble actuellement établi par les travaux de L. Tait, de Jacobs, de Bouilly, de Terrillon, de L.-G. Richelot, de Routier, de Bazy, de Doyen, etc. que les résultats sont excellents dans les salpingo-ovarites douloureuses. On signale toutefois quelques cas où il y a des pertes utérines, de la sensibilité abdominale, exceptionnellement une pelvipéritonite récidivante.

Avec notre maître M. F. Terrier nous avons cherché à poser les indications d'une opération, que l'on n'avait jusqu'ici pas pratiquée en France, de l'hystérectomie par la voie sacrée, qui semble surtout

convenir aux cancers volumineux avec sclérose du vagin et qui se pratique d'autant plus facilement qu'on a créé une brèche osseuse plus large.

VI. — VOIES URINAIRES.

La majeure partie des travaux publiés sur les maladies des voies urinaires, sort de la clinique de l'hôpital Necker. Grâce à la libéralité du professeur Guyon, se trouve actuellement installé dans cet hôpital un service modèle avec musée, laboratoires, bibliothèque, etc. Aussi comprend-on que de nombreux travailleurs y soient attirés, sûrs qu'ils sont d'y trouver non seulement les conseils éclairés du maître, mais encore l'installation matérielle qui manque malheureusement dans la plupart des autres services, pour ne pas dire dans tous.

Parmi les nombreux mémoires sortis de cette clinique, nous mentionnerons l'excellente thèse de M. Legueu sur les calculs du rein, son mémoire sur l'anatomie chirurgicale du bassin et sur l'exploration inférieure du rein, la thèse de M. Arnould sur l'hydronéphrose, le mémoire de MM. Melville, Wassermann et Noël Hallé sur l'anatomie pathologique des rétrécissements de l'urètre, ceux de MM. E. Petit et M. Wassermann sur les micro-organismes de l'urètre de l'homme et sur l'antisepsie de l'urètre, la communication de M. Albarran sur un cas de gangrène de la verge, les observations de M. Noguès sur l'arrêt des hématuries graves par l'évacuation totale des caillots, celles de M. Chabrier sur l'urobilinurie paroxystique « *a frigore* », sur la composition de l'urine chez les urinaires, enfin le travail de M. Janet sur le rôle de l'endoscopie à lumière externe dans les maladies de l'urètre et de la vessie.

De grands progrès ont été réalisés dans ce service au point de vue de l'asepsie, si difficile à obtenir dans la chirurgie des voies urinaires. L'usage des divers antiseptiques donnés à l'intérieur ne l'ayant conduit à aucun résultat, M. Guyon a cherché à réaliser l'antisepsie directe. Il y est parvenu d'une façon presque absolue, pourrait-on dire, en utilisant dans une large mesure les solutions de nitrate d'argent au millième. Des lavages de la vessie, en injectant et retirant aussitôt la seringue afin que le liquide ressorte à peine entré, assurent un flux et un reflux qui nettoient parfaitement la vessie, surtout si le chirurgien exerce en même temps sur l'hypogastre des pressions rapides et successives. Les seringues sont argentées et ont une monture soudée directement au verre sans mastic intermédiaire, suivant un procédé dû à M. Cailletet, ce qui leur permet d'être désinfectées par le nitrate d'argent. Celui-ci est du reste employé

pour tous les instruments que l'on ne peut porter à l'étuve sèche. Grâce à ces moyens, M. Guyon est arrivé à faire ses lithotrities sans la moindre élévation de température.

Les *résultats éloignés de la néphrorrhaphie* ont été étudiés par M. Tuffier, qui sur 10 malades a eu un échec; 8 des 9 autres ont vu cesser leurs douleurs; 1 n'a été qu'amélioré; il présente tous les signes de l'entéropose.

VII. — CHIRURGIE DES MEMBRES.

La chirurgie des membres, moins en faveur que la chirurgie abdominale, a cependant fait l'objet cette année d'une série de travaux intéressants.

La tendance générale à intervenir par le bistouri s'accuse ici comme ailleurs. C'est ainsi qu'à propos d'une observation de M. P. Michaux, M. Lucas-Championnière a insisté sur les avantages que présenterait la *suture osseuse* dans le traitement des *fractures de l'olécrâne*, suture qui, au dire de M. Berger, n'est utile que dans les fractures voisines du bec, avec déchirure des tendons latéraux du triceps et écartement des fragments, les fractures obliques de la base guérissant fort bien par 20 jours d'extension.

La même question du traitement des fractures par la suture osseuse s'est représentée cette année à propos de la *fracture de la rotule*, qui offre tant d'analogies avec celle de l'olécrâne. M. Lucas-Championnière, toujours carré dans ses opinions, a vanté d'une manière catégorique la suture qu'il pratique dans tous les cas. Sur 28 opérés, il a eu 28 résultats parfaits. Cette constance dans les résultats, caractéristique de la chirurgie moderne, permet de rejeter tous les autres modes de traitement qui ne donnent de succès complets que dans un nombre limité de cas, et n'aboutissent que trop souvent à ces genoux raides, à ces membres sans force que nous avons tous observés. Chez les malades dont l'âge ou l'état de santé contre-indiquent l'intervention, on doit s'en tenir aux appareils ou au massage, seuls moyens applicables du reste dans bon nombre de circonstances.

La réunion opératoire de fragments osseux devant du reste de jour en jour plus courante et, après la suture, nous devons parler de l'*enchevêtrement des os*. Dans un cas de pseudarthrose du péroné, entraînant un élargissement de la mortaise tibio-tarsienne, M. Routier a cloué avec une cheville d'os de veau la malléole externe au tibia, après avivement préalable de la pseudarthrose. Ces enchevêtrements osseux sont si simples que Poncet (de Lyon), pour amener au contact les deux bouts du tendon d'Achille écartés de 3 centimètres,

n'a pas hésité à détacher, sous forme de tranche postérieure épaisse d'un centimètre, l'insertion calcanéenne de ce tendon, de manière à la faire glisser verticalement. Il termina par la suture des deux bouts rapprochés du tendon et par la fixation de la partie inférieure du fragment remonté à l'aide d'une cheville d'ivoire. Le résultat fut excellent.

Les *résections* entrent aussi de plus en plus dans la pratique courante; celle du genou en particulier se vulgarise grâce aux travaux des Boeckel (de Strasbourg) et de Lucas-Championnière. Celui-ci fait encore la suture des os avec le fil d'argent, des parties fibreuses avec le catgut et laisse sur les parties latérales deux orifices pour des drains sous-cutanés. Ceux-là suppriment la suture osseuse qu'ils remplacent par la suspension verticale du membre pendant 24 ou 48 heures et la suture serrée de la peau; ils abandonnent le drainage et cherchent à obtenir la guérison sous un seul pansement. Tous ont supprimé la recherche longue et minutieuse des artères; ils ne font pas de ligatures et se contentent pour arrêter le sang d'élever le membre. La résection ainsi pratiquée, suivant l'antisepsie la plus stricte, donne une colonne de soutien rigide et solide. Aussi cette résection compte-t-elle des partisans de plus en plus nombreux.

Quelques chirurgiens ont toutefois tenté de lui substituer dans un certain nombre de cas l'*arthrectomie*, déjà proposée en 1888 par M. Delorme. Cette arthrectomie préconisée par M. L.-G. Richelot, est très différente du curage rapide de Volkmann. C'est une opération longue, minutieuse, qui consiste à extirper toute l'articulation moins les os, sacrifiant les ménisques, les ligaments croisés, etc. Elle aurait pour avantage de nécessiter un traitement consécutif moins long et plus facile que la résection, de conserver au membre sa longueur et de donner un résultat fonctionnel plus parfait. Elle n'est malheureusement applicable qu'à un petit nombre de cas, la fréquence des lésions osseuses étant très grande dans les tumeurs blanches.

La tendance générale à étendre le domaine des résections s'est encore accusée à propos des tuberculoses tarsiennes, et Gross (de Nancy) a fait plusieurs fois la *résection totale du tarse* chez les sujets jeunes, lorsque l'état des parties molles était bon, réservant l'amputation aux vieillards et aux malades affaiblis.

Les luxations anciennes ont fait l'objet d'un très intéressant travail de M. Ch. Nélaton, à propos d'une observation due à M. Ricard de *luxation ancienne de la hanche*. Les deux principales causes d'irréductibilité dans cette luxation sont : 1° l'interposition de la capsule; 2° le raccourcissement des muscles péricotyloïdiens. M. Ricard, après avoir

mis à nu par une incision postérieure la tête luxée, la résèque au ras du col, puis, utilisant la voie ouverte par cette résection de la tête, il découvre la cavité cotyloïde et la voit oblitérée par la capsule qu'avait entraînée la tête dans son déplacement en arrière. Il détache cette capsule à la rugine, la mobilise, creuse le cotyle et y replace le col qui constitue un centre de mouvement et s'oppose à l'ascension de la tête dans la fosse iliaque. Cette résection limitée de la sphère cartilagineuse fémorale avec réintroduction du moignon cervical dans la cavité cotyloïde constituera évidemment, toutes les fois qu'elle sera possible, le procédé de choix. Elle conserve la portion antérieure, forte, de la capsule et n'expose pas à l'ascension de la tête vers la crête iliaque si fréquente après la résection.

VIII. — AUTOPLASTIE ET ORTHOPÉDIE.

Les méthodes autoplastiques n'ont été l'objet que d'un petit nombre de travaux. Nous devons toutefois citer les beaux résultats autoplastiques qu'a obtenus M. P. Berger par la méthode italienne et les nombreux travaux du professeur Tripier (de Lyon) sur le double plan de lambeaux, comme moyen de réparer certaines pertes de substance intéressant à la fois les parties molles et le squelette de la région sousorbitaire, sur les lambeaux musculo-cutanés en forme de pont, etc.

Le danger de blesser une veine et le retour fréquent de la difformité font qu'un certain nombre de chirurgiens, parmi lesquels nous citerons Kirmisson, Quénu, Phocas, Piéchaud ont abandonné la ténatomie sous-cutanée dans le traitement du torticolis et préféré la section à ciel ouvert que rejette cependant M. Jalaguier. Le redressement immédiat après la ténatomie semble aujourd'hui généralement accepté, qu'il s'agisse du torticolis ou du pied bot.

IX. — PATHOLOGIE GÉNÉRALE.

Les questions de pathologie chirurgicale générale ont cette année fait l'objet de travaux nombreux et importants.

Nous ne parlerons pas ici de la *lymphe de Koch*, que l'on a pendant quelques semaines préconisée contre les tuberculoses externes, une fois ses dangers dans la plitisie pulmonaire établis. Son influence curatrice, bientôt contestée, fut définitivement niée. Nous ne nous arrêterons pas non plus sur la *méthode sclérogène* du professeur Lannelongue, ce maître ayant exposé ici même, mieux que nous ne pourrions le faire, la technique et les résultats de sa méthode¹. Mais nous insisterons un peu sur

les travaux qu'il a poursuivis, avec son élève Achard, à propos des diverses formes de l'ostéomyélite. Après avoir, il y a quelque temps, établi l'existence de l'ostéomyélite à streptocoques, M. Lannelongue montre aujourd'hui l'ostéomyélite à pneumocoques, troisième forme à ajouter à l'ostéomyélite vulgaire, déterminée, comme on le sait depuis les travaux de Pasteur, par le staphylocoque. La gravité de ces diverses variétés d'ostéomyélite n'est pas égale. La clinique, d'accord avec les enseignements de la physiologie expérimentale, établit que les ostéomyélites à staphylocoques sont les plus graves, celles à streptocoques viennent ensuite ; enfin les ostéomyélites à pneumocoques sont les plus bénignes.

La nature des *coccidies*, que l'on regardait, depuis les travaux de Malassez, comme parasitaire, est aujourd'hui contestée. MM. Le Dentu et Fabre-Domergue pensent que ces corps arrondis, colorables par l'aniline, pourvus d'une membrane d'enveloppe, d'un noyau arrondi, etc., ne sont que des cellules épithéliales modifiées et fixées à telle ou telle de leurs phases évolutives. Peut-être y a-t-il, comme le suggère M. Albarran, tantôt des transformations cellulaires simulant les coccidies, tantôt des psorospermies vraies?

D'après MM. Gangolphe et Courmont, il faudrait, à côté des fièvres ordinaires, de nature infectieuse, faire une place à des *fièvres aseptiques*, tout au moins amicrobiennes, comme dit le Professeur Verneuil, fièvres indépendantes de toute infection extérieure et dues à la résorption des produits solubles engendrés par les éléments cellulaires en voie de nécrobiose ; ce fait est établi par une expérience des plus intéressantes : A la suite du bistournage chez les bœufs, la température s'élève ; cette élévation manque, lorsqu'on place à la racine du scrotum un lien de caoutchouc qui empêche les produits solubles de pénétrer dans le système circulatoire. Lorsqu'au bout de trois jours on enlève le lien, brusquement, en quelques heures, la température monte de deux degrés.

Nous signalerons, en terminant, les nombreuses observations communiquées au dernier Congrès français de Chirurgie sur les diverses espèces bactériologiques de *suppuration* par MM. Reclus, Doyen, G. Marchand, etc., et enfin les communications intéressantes du Professeur Verneuil sur les métastases de l'anthrax, sur la pyogénèse et sur son traitement.

D^r. Henri Hartmann

Proscuteur à la Faculté de Paris.

¹ Voir *Revue générale des Sciences* du 15 juillet 1891, t. II, p. 333.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1^{re} Sciences mathématiques.

Résal (H.), Membre de l'Institut, professeur à l'École polytechnique. — *Exposition de la théorie des surfaces*, 1 vol. in-18 (4 fr. 50), Gauthier-Villars, 53, quai des Grands-Augustins, Paris, 1891.

Résumer en un seul volume de dimensions très restreintes les points fondamentaux de la théorie des surfaces semblait une tâche impossible à remplir. M. Résal y est cependant parvenu, puisque son livre a moins de 200 pages.

Il a fallu pour cela suivre partout la voie la plus directe, au risque de sacrifier le plus souvent l'élégance. Les coordonnées curvilignes elles-mêmes ne figurent pas dans toute la première partie du livre, c'est-à-dire dans tout ce qui est relatif aux lignes de courbure et aux lignes asymptotiques.

Ces deux théories sont d'ailleurs très complètement traitées. L'auteur part tout à fait des premiers principes, puisqu'il ne suppose même pas connu le théorème de Meusnier. Le chapitre consacré aux lignes de courbure renferme cependant, non seulement le théorème de Dupin, mais la détermination complète des surfaces à lignes de courbure planes.

La théorie des lignes géodésiques est étudiée avec un soin tout particulier, comme il est naturel dans un ouvrage spécialement destiné aux personnes qui veulent appliquer la théorie des surfaces aux problèmes de la Mécanique; une Note placée à la fin de l'ouvrage présente même, avec tous les développements qu'elles comportent, les recherches de M. Bonnet sur la distance géodésique de deux points.

Un sujet traité également avec un certain détail est la torsion (que M. Résal appelle *cambrure*) des lignes tracées sur les surfaces.

Par contre, on peut s'étonner de voir l'auteur passer si rapidement sur la théorie des surfaces applicables, surtout quand il ajoute cette affirmation, un peu absolue, que l'on ne sait point résoudre le problème en dehors de l'application des surfaces de révolution les unes sur les autres ou des hélicoïdes sur les surfaces de révolution.

Le dernier chapitre est une étude très approfondie du système de variables proposé par M. Bonnet et de son application aux systèmes minima.

J. HADAMARD.

Duhem (P.), Chargé de cours à la Faculté des Sciences de Lille. — *Cours de Physique Mathématique et de Cristallographie. Leçons professées en 1890-91 sur l'Hydrodynamique, l'Elasticité, l'Acoustique*. 1^{re} partie, *Théorèmes généraux, corps fluides*. Un vol. in-4^e lithog. (prix 14 fr.) Hermann, éditeur, 8, rue de la Sorbonne, Paris, 1891.

M. P. Duhem, chargé du cours complémentaire de physique mathématique à la Faculté des Sciences de Lille, vient de publier la première partie de son enseignement; la seconde et dernière paraîtra vers la fin de l'année.

Dans ce volume, intéressant à plus d'un titre, M. Duhem rappelle d'abord les principes généraux de mécanique et de thermodynamique qui doivent forcément servir de base à toute recherche d'hydrodynamique ou d'élasticité; il reprend le théorème des travaux virtuels de Jacques Bernoulli; et l'énonce sous la forme complète indiquée par Gauss; il donne le principe de d'Alembert, fait diverses remarques sur les liaisons, expose la théorie du potentiel, démontre le beau théorème de Lejeune-Dirichlet sur la stabi-

lité de l'équilibre et, après avoir défini le potentiel thermodynamique interne, il arrive à l'étude des déformations infiniment petites d'un corps et de la pression qui se produit dans son intérieur.

Sur ce dernier point, la méthode d'exposition n'est pas encore indiscutablement fixée dans la science et les travaux des plus grands géomètres, Cauchy, Poisson, Lamé, peuvent prêter à la critique; M. Duhem qui est un disciple enthousiaste de Lagrange, adopte toujours la méthode indiquée par l'illustre mathématicien et ne s'écarte jamais de la *Mécanique analytique*; cette règle uniforme qui pourrait être critiquée dans un ouvrage de recherches n'a que des avantages dans un livre d'enseignement.

Les principes généraux une fois rappelés, M. Duhem aborde l'étude des corps fluides, de leur équilibre, de leurs mouvements, de la propagation des vibrations et de la théorie de l'acoustique qui s'en déduit; c'est là vraiment la partie capitale de l'œuvre, on nous permettra d'y insister.

L'exposé de l'hydrostatique et de ses théorèmes généraux est fait par l'auteur d'une façon complète et approfondie suivant la méthode adoptée par Lagrange; puis, après avoir étudié l'équilibre des fluides, il aborde la question difficile de la stabilité de cet équilibre en partant de la considération du potentiel thermodynamique interne et de sa variation seconde pour une modification virtuelle quelconque; toute cette partie du volume appartient presque complètement en propre à M. Duhem.

Il établit alors les équations de l'hydrodynamique, examine les divers cas qu'on, connaissant la relation supplémentaire, on peut traiter le problème, démontre successivement le lemme de sir W. Thomson, le théorème de Green, et, enfin, les théorèmes si intéressants d'Helmholtz sur les mouvements tourbillonnaires.

Les petits mouvements dans les fluides sont traités d'une façon complète en prenant pour base le théorème de Kirchhoff, démontré suivant la méthode un peu longue, mais rigoureuse, qu'a donnée M. Beltrami. On en déduit le théorème de Poisson et la propagation des petits mouvements.

Toute la théorie de l'acoustique peut alors être faite; M. Duhem a cru devoir consacrer un chapitre à reprendre ce qui concerne la propagation d'un mouvement dans un autre par la méthode du regret Hugoniot; nous ne pouvons que l'approuver, car cette méthode, bien que soumise à cette restriction d'exiger une relation entre la pression et le volume spécifique du fluide quand on étudie la déformation de la surface de l'onde, n'en est pas moins d'une clarté parfaite et d'une haute portée.

Les diverses questions si importantes de la propagation des ondes planes dans un tuyau, des ondes sphériques, des interférences et des battements; celles relatives à la réflexion et à la réfraction du son, aux vibrations périodiques d'une masse d'air, aux sons propres d'un espace donné et plus spécialement d'un tuyau cylindrique, d'une couche sphérique ou d'un parallélépipède rectangle, sont examinées et discutées avec le plus grand soin.

Le volume se termine par une théorie de la résonance et des résonateurs, d'après M. Poincaré et par la théorie d'Helmholtz sur les tuyaux ouverts.

Nous n'avons pu dans ce compte-rendu qu'indiquer d'une façon rapide et forcément très sèche les divers sujets traités dans l'ouvrage de M. Duhem; mais cette énumération suffit à montrer quel est l'intérêt de ce volume et quels services il peut rendre; le savant pro-

fesseur de Lille a su exposer ces difficiles questions dans tous leurs détails, tout en conservant une méthode unique et une grande clarté; son livre sera de la plus réelle utilité à tous ceux qui travaillent la physique mathématique: il s'y est montré à la fois un professeur et un érudit.

L. O.

2° Sciences physiques.

Offret (Albert). — De la variation sous l'influence de la chaleur des indices de réfraction de quelques espèces minérales dans l'étendue du spectre visible. *Thèse présentée à la Faculté des sciences de Paris. Imprimerie Chala, 5, rue de la Sainte-Chapelle, 1891.*

La connaissance exacte des constantes optiques des cristaux est devenue de plus en plus utile au minéralogiste; de nombreuses recherches ont déjà été entreprises en vue de déterminer avec précision la valeur de ces constantes. M. Offret a pensé qu'il y avait néanmoins encore beaucoup à glaner dans un champ si exploité et le succès a répondu à son attente. Il s'est principalement occupé des variations des indices, de la dispersion, et aussi de l'angle des axes optiques sous l'influence de la chaleur. Comme très justement il le fait observer, si les recherches des pétrographes s'effectuent d'ordinaire à la température ambiante, il est bon de ne point oublier que les minéraux se sont presque toujours formés dans la nature par des cristallisations à des températures élevées, aussi ne saurait-on considérer comme indifférente la connaissance de leurs propriétés à des températures rapprochées de celles qu'ils ont possédées au moment de leur genèse.

Le travail de M. Offret a dû coûter à son auteur un temps considérable, il a effectué un très grand nombre de mesures qu'il a consignées dans son mémoire; ces mesures ont été faites avec de minutieuses précautions que l'auteur expose d'abord en détail. Toutes les déterminations expliquées ont été faites en employant la méthode du prisme, qui a l'avantage sur les autres méthodes, employées dans le même but, de n'exiger aucune expérience concomitante pour la détermination des coefficients de dilatation; on sait à quelle grande précision l'on peut arriver par ce procédé, si l'on tient compte de toutes les causes d'erreur aujourd'hui bien connues, et si on les élimine par les procédés indiqués par divers auteurs; M. Cornu, par exemple, a publié sur ce sujet un mémoire classique; récemment encore M. Carvallo a montré quels beaux résultats l'on peut ainsi tirer des goniomètres construits par des artistes tels que MM. Brünnér, M. Offret rappelle les conditions nécessaires pour obtenir cette haute précision et le moyen qui permet de l'évaluer; toutes ces conditions ont été scrupuleusement remplies. Dans l'espèce une cause nouvelle d'erreur peut cependant intervenir; l'orientation des prismes a été établie à froid, elle ne subsiste pas toujours à chaud; pour les substances tricliniques, où les trois axes de l'ellipsoïde sont indépendants de toute symétrie, les trois axes varient évidemment de position, mais les travaux antérieurs sur cette question prouvent que ces déplacements, dans le cas où ils se produisent, sont très faibles; et il ne paraît pas très important d'en tenir compte. M. Offret l'a donc négligé. La difficulté particulière des expériences provenait de la nécessité de porter les prismes à des températures variables et bien connues. A cet effet l'auteur est parvenu à faire construire une étuve constituant une sorte de four Forquignon et Leclercq renversé, avec cette différence que la combustion se fait seulement à l'entrée, et que l'appareil est chauffé par les produits de la combustion; cette étuve peut se placer sous la plate-forme du goniomètre, et on peut l'isoler suffisamment pour que le goniomètre ne s'échauffe pas. D'ailleurs le réglage du prisme reste possible grâce à un ingénieux dispositif. L'influence de l'air chaud et des glaces qui ferment l'appareil a été examinée avec soin; elle ne change pas sensiblement la limite de précision des expériences ordinaires. Les températures ont

été mesurées avec un thermomètre à mercure. M. Offret rappelle quelles sont les corrections de tige et de calibrage nécessaires à effectuer pour obtenir des valeurs correctes.

Parmi les résultats généraux les plus intéressants mis en relief par ce travail, on peut signaler l'augmentation générale de la dispersion avec la température, la variation des propriétés optiques d'un minéral dans des échantillons provenant d'un même gisement, le fait que le beryl et l'oligoclase ont une biréfringence croissante avec la température, la comparaison de la calcite et de l'aragonite qui montre une tendance de ces deux minéraux à se rapprocher l'un de l'autre au fur et à mesure que s'élève la température, sans toutefois qu'il puisse, semble-t-il y avoir identification à aucune température. Le mémoire de M. Offret se termine par une discussion très approfondie de toutes les formules proposées pour représenter la relation qui existe entre les indices de réfraction et la température. Un fait très remarquable observé par l'auteur: l'augmentation des indices d'un certain nombre de substances quand la température s'accroît, démontre a priori que toutes les formules proposées jusqu'à ce jour sont insuffisantes; seule, une remarque due à M. Dufet concorde avec l'expérience, mais cette remarque ne permet pas à elle seule d'établir une formule. Aussi M. Offret a-t-il adopté une formule empirique qui résume les résultats de son travail et pourra par suite servir de base à l'épreuve de toute théorie que l'on pourrait édifier par la suite.

Lucien POINCARÉ.

Duparc (L.) et Le Royer (A.). — Recherches sur les formes cristallines de quelques substances organiques. — *Bulletin de la Société française de minéralogie, 1891.*

Les auteurs ont réuni dans cette publication les résultats de mesures cristallographiques qu'ils ont faites sur vingt-sept composés organiques différents, préparés pour la plupart, au Laboratoire de chimie de l'Université de Genève. Indépendamment de l'intérêt plus spécial que de semblables recherches présentent pour le minéralogiste et surtout pour le cristallographe, nous croyons devoir attirer l'attention sur ce travail très consciencieux exécuté. On y trouve en effet des données intéressantes sur les formes cristallines de corps appartenant à des séries naturelles de composés et les auteurs insistent en particulier sur un cas fort curieux de morphotropie relatif aux acétanilides substitués. A une époque où l'on cherche à établir des relations entre la structure cristalline et les formules stéréochimiques, il nous a semblé que le travail méritait d'être signalé.

Ph.-A. GUYE.

Mérian (Carlos). *Ingenieur civil.* — Histoire de l'industrie sucrière dans la région du Nord. Ses commencements, ses progrès, son état actuel, ses rapports avec l'agriculture. *Société industrielle du Nord de la France, supplément au bulletin du quatrième trimestre de 1890. Imprimerie L. Danet, Lille, 1891.*

Ce volume, intéressant par les détails qu'il contient et par l'importance, au point de vue de l'industrie nationale, du sujet qu'il traite, est assez complet, sauf en ce qui concerne les procédés d'analyse, indiqués seulement de façon sommaire. Il est divisé en deux parties: la première, relative au sucre, fait connaître les causes qui ont favorisé ou retardé le développement de l'industrie sucrière dans le Nord de la France, examine les divers modes de perception de l'impôt et les compare aux systèmes fiscaux de l'Etranger; la seconde, relative à la betterave, occupe presque tout le volume. Les questions de culture et d'engrais sont tout d'abord examinées, puis les questions industrielles d'extraction, d'épuration, de concentration des jus, de cristallisation ou de travail des mélasses. Le volume se termine par un chapitre consacré à l'examen des rapports de l'industrie sucrière avec l'agriculture.

L. O.

3^e Sciences naturelles.

Loriol (P. de). — Description de la faune jurassique du Portugal. Embranchement des Echinodermes. In-4°, 179 p., 29 pl. *Lisbonne* 1890-1891.

La Commission des travaux géologiques du Portugal termine la publication d'un nouveau Mémoire de M. Loriol sur les Echinodermes des terrains secondaires. Comme résultats généraux nous y voyons que cette faune est relativement pauvre : elle comporte 111 espèces d'Oursins, 1 espèce d'Astérie et 34 espèces de Crinoïdes. La disproportion entre les oursins réguliers et les oursins irréguliers est fort surprenante ; tandis qu'en France le nombre de ces derniers dépasse le tiers de celui des premiers, il n'atteint que le 6^e en Portugal.

Nous voyons en outre que 9 oursins seulement sont communs au Portugal et à l'Algérie, tandis que la faune échinodermique du Crétacé portugais présente le caractère algérien dès les assises inférieures.

La distribution dans les étages est fort irrégulière ; elle présente des moments de hausse suivis de baisses subites, ce qui tient naturellement à des changements dans les conditions d'existence.

P. CHOFFAT.

Brandza (M.). — Développement des téguments de la graine. Thèse de la Faculté des Sciences de Paris. *Revue générale de Botanique*, Klinksieck éditeur, 52, rue des Ecoles, Paris, 1891.

On admettait jusqu'ici que, dans le plus grand nombre des cas, le tégument externe des ovules à deux téguments entre seul dans la constitution du tégument de la graine, tandis que l'interne est résorbé. D'après le travail de M. Brandza cette notion est tout à fait inexacte et presque l'inverse de la vérité. Ainsi, à part les Renouclacées, Papilionacées, Amariyllidées et une grande partie des Liliacées, toutes les familles étudiées par l'auteur, et qui possèdent des ovules à deux téguments, conservent dans la graine le tégument interne, qui peut même jouer un rôle important en constituant la couche lignifiée protectrice de la graine. Parfois, le nucelle lui-même contribue à la formation des enveloppes de la graine mère. La disparition du tégument interne, considérée jusqu'ici comme un fait général, passe donc à l'état d'exception.

Si les conclusions de M. Brandza sont importantes, les observations qui l'ont conduit à les formuler ne sont peut-être pas à l'abri de toute critique. Déjà M. Guignard¹, qui incidemment a eu l'occasion d'examiner l'origine des téguments de la graine dans une seule famille, les Crucifères, n'admet point le bien fondé de toutes ses observations. D'ailleurs, si la méthode de travail employée par M. Brandza nous est indiquée par le plan de son exposition, elle ne paraît pas avoir toute la rigueur désirable. Pour chaque espèce étudiée, il décrit, en effet 1^o l'anatomie des téguments de la graine et 2^o le développement de ces téguments, limité parfois à la description des téguments de l'ovule ; il nous semble que l'ordre inverse eût été plus logique, et l'on suit difficilement, chez certaines graines, pourquoi telle ou telle assise appartient à l'un ou à l'autre tégument ; l'auteur paraît d'ailleurs avoir parfois éprouvé le même embarras par exemple à propos du *Fumaria*, du *Berberis* et du *Portulaca*. C'est aussi en commençant par la fin qu'il a dû lire le tome XVI (1872) des *Annales des Sciences naturelles*, car autrement il n'aurait pas oublié de citer, dans son historique, le travail de M. Van Tieghem sur l'ovule et la graine, qui précède immédiatement dans ce volume celui de M. Le Monnier.

Dans les dix planches qui accompagnent son mémoire, l'auteur a prodigué les schémas de coupes de l'ovule, il en a représenté plus de trente, d'autant moins nécessaires qu'ils ne modifient en rien les no-

tions classiques sur la structure de l'ovule ; le lecteur préférerait à coup sûr y trouver le détail de quelques coupes longitudinales de l'ovule et de la graine, car celles-ci sont un guide beaucoup plus certain que les coupes transversales dans l'appréciation de la valeur morphologique des téguments, mais, malheureusement, elles font presque totalement défaut ; l'auteur paraît d'ailleurs n'en avoir fait qu'un usage très restreint, malgré les services qu'elles ont rendus à l'un de ses prédécesseurs, M. Jumelle.

G. SAUVAGEAU.

Bataillon (E.) : Recherches anatomiques et expérimentales sur la métamorphose des Amphibiens anoures. Thèse de la Faculté des Sciences de Paris, G. Masson, 120, boulevard Saint-Germain, 1891.

Comment les grenouilles perdent-elles leur queue ? C'est à résoudre ce problème, d'apparence futile, mais que tout physiologiste estime à sa valeur, que tendent les recherches de M. Bataillon sur la métamorphose des Batraciens. On sait que le nom de métamorphose est donné à une période du développement embryogénique de certains animaux, durant laquelle ils subissent des changements remarquables de forme, de structure et de fonctions, caractérisés moins encore par leur étendue que par leur rapidité. Les transformations des têtards de grenouille comptent parmi les plus anciennement connues ; la fin du stade pisciforme s'annonce par la formation des pattes postérieures, suivie à un intervalle de temps variable de la sortie des antérieures. Au-devant de celles-ci se forme une boutonnière expiratrice supplémentaire ; en même temps les valvules nasales disparaissent, le bec corné tombe au milieu d'une mue épithéliale, la queue s'atrophie, l'intestin se raccourcit en vue du régime carnivore etc.

Ces phénomènes généralement connus s'accompagnent de modifications physiologiques sur lesquelles M. Bataillon a le premier attiré l'attention. Elles portent sur les trois grandes fonctions de la digestion, de la respiration, de la circulation. La diminution de la nutrition avait déjà attiré l'attention de Barfurth et de Ross, qui firent un rapprochement entre le jeûne de la métamorphose et le jeûne des animaux hibernants. Faut-il, avec ces deux auteurs, voir dans l' inanition la cause immédiate de la métamorphose ? M. Bataillon ne le pense pas ; la critique des expériences de Barfurth ne montre en effet dans la durée de la métamorphose des animaux soumis au jeûne absolu ou nourris à leur satiété que des différences contestables. Le gavage des larves essayé par notre auteur n'a donné aucun résultat. Les modifications respiratoires ont plus d'importance car elles portent et sur les phénomènes mécaniques de cet acte, tels que le nombre des mouvements respiratoires, leur amplitude, la pression de l'eau péri-branchiale, et sur les phénomènes intimes de la respiration tissulaire. Le rythme s'élève de 10 à 13 inspirations par minute sans qu'on puisse cependant savoir si l'irrigation branchiale est par là améliorée ou diminuée, car le volume d'eau introduit dans la bouche à chacune de ces inspirations n'a pas été mesuré. La pression positive de l'eau dans la bouche pendant l'expiration subit un abaissement qui n'a pu être mesuré directement mais qui est évalué à une colonne de deux ou trois centimètres d'après des mesures faites sur d'autres animaux. Si faible que soit cette variation, l'auteur veut qu'elle joue un rôle dans les phénomènes osmotiques de la respiration et cela l'amène à faire une courte incursion dans le domaine de la physique. Si deux solutions, dont l'une renferme un gaz, sont séparées par une membrane de baudruche et qu'on vienne à exercer un excès de pression sur la solution gazeuse, les phénomènes osmotiques seront modifiés non seulement par la filtration de la solution gazeuse *in toto* dans le sens requis par la pression, mais par un passage en excès du gaz dissous. Pour faire application de cette remarque à l'échange gazeux branchial, il fallait évidemment mesurer et la pression de l'eau dans la

¹ *Journ. de Bot.*, déc. 1890.

bouche et la pression du sang dans la branchie, deux problèmes de grande difficulté. Quoi qu'il en soit, le dosage de l'acide carbonique total expiré montre une diminution de près d'un tiers, ce qu'il faut expliquer par une rétention dans le sang ou par une diminution de la respiration des tissus. La première hypothèse, c'est-à-dire celle d'une asphyxie carbonique par rétention, est seule envisagée par l'auteur et s'il n'en a pas donné la preuve directe qui résulterait de l'analyse gazeuse du sang, du moins lui apporte-t-il l'appoint de diverses altérations physiologiques généralement considérées comme asphyxiques. Le gaz carbonique n'est pas, du reste, le seul principe immédiat sur la variation duquel l'attention de l'auteur ait été attirée; il a également dosé le glycogène total et le glucose. Pour le premier, ainsi que l'avait vu Claude Bernard, il fait constamment défaut, mais le second existe en quantité notable et augmente beaucoup durant la métamorphose pour diminuer après elle. Cette glycémie (le glucose étant probablement dans le sang?) est considérée comme asphyxique. A celle-ci se rattache encore le ralentissement des battements cardiaques et la sortie des globules blancs ou diapédèse qui précède les importantes manifestations que Metschnikoff a décrites sous le nom de phagocytose. Celle-ci est pour M. Bataillon un fait très général qu'on trouve, ainsi que la diapédèse, dans toutes les régions du corps. Son rôle destructeur n'est pas exclusif et les tissus auxquels s'attaque l'armée des globules blancs sont déjà en voie de consommation spontanée manifeste, par suite de l'asphyxie locale, de l' inanition et des autres mauvaises conditions générales. Il est même telle région où les conditions générales de la nutrition peuvent se trouver si mauvaises que les globules blancs n'y prospèrent pas mieux que les autres éléments et qu'ils périssent tous ensemble dans le même charnier. Cette manière de voir ne laisse pas d'être nouvelle et diminue notablement l'importance attribuée jusqu'ici au vaillant et providentiel appétit des phagocytes.

Entre les diverses manifestations anatomiques, physiologiques, histologiques qui caractérisent la métamorphose des Anoures, M. Bataillon voit un lien étroit de causalité qu'on peut exposer de la manière suivante : La disparition des valvules nasales et l'apparition des spiracula, en déterminant l'accélération du rythme respiratoire et la diminution de la pression intra-buccale, engendrent l'asphyxie carbonique par défaut d'exhalation; l'asphyxie détermine la glycémie, l'accélération cardiaque et favorise la diapédèse, terme premier de la phagocytose.

Comme on le voit, c'est là toute une théorie de la métamorphose par l'asphyxie. Des physiologistes exigeants demanderont peut-être des preuves plus rigoureuses et plus nombreuses que celles qui leur sont offertes dans ce court mais excellent travail. M. Bataillon conservera le mérite, non seulement d'avoir introduit et défendu une théorie intéressante, mais encore d'avoir enlevé aux spéculations stériles de l'anatomie et de l'histologie contemplatives, une question jusqu'ici rebelle et de l'avoir poussée dans la seule direction où elle puisse rencontrer sa solution, c'est-à-dire dans la voie expérimentale.

L. CHABRY.

Duval (E.). — Traité pratique du pied bot, avec une préface du Dr PÉAN. Un vol. in 8° avec 46 fig. dans le texte (6 fr.) J.-B. Baillière, 49, rue Hauteville, Paris, 1891.

D'une lecture facile, émaillé de traits d'esprit, le plus souvent à l'adresse des confrères qui se sont occupés du pied bot, le livre de M. E. Duval est le fruit de l'expérience consommée d'un orthopédiste, fils d'un autre orthopédiste renommé, Vincent Duval, qui a été pendant plus de 40 ans directeur du service orthopédique des hôpitaux. Comme on pouvait s'y attendre,

l'auteur écrase de son mépris tout ce qui n'est pas ténonomie et redressement par les appareils. Il n'y a qu'une bonne méthode thérapeutique, celle de son père, qu'une classification bonne celle qu'il a apprise dans son enfance. Aussi voyons-nous reparaître dans cet ouvrage toutes ces vieilles dénominations de stréphopodie, de stréphocatopodie, de stréphenopodie, etc., qui sont aujourd'hui du domaine de l'histoire. Quelques points pratiques, ayant trait à la construction et à l'application des appareils donnent toutefois de la valeur à ce livre, auquel on peut pardonner bien des omissions, en tenant compte de ce que c'est, comme le dit l'auteur de la préface, M. Péan, « une œuvre de piété filiale, c'est-à-dire, moralement, une bonne action. »

Henri HARTMANN.

4° Sciences médicales.

Gamaletia. Sur la lésion locale dans les maladies microbiennes. — Arch. de Méd. Exp. 1891.

L'inflammation, jadis envisagée comme la cause déterminante de toutes les maladies, tend depuis quelques années à être considérée au contraire comme un phénomène tutélaire, ayant pour objet essentiel de protéger l'organisme menacé contre l'infection générale. De nombreux travaux ont été entrepris sur ce sujet dans les laboratoires. M. Gamaletia s'est attaché à tirer des mémoires récemment parus les conséquences qui s'en dégagent. Ses conclusions offrent un haut intérêt pour la pathologie générale.

Il est d'observation courante que, chez les animaux qui sont rapidement atteints par une infection générale, il n'existe presque jamais de lésion locale inflammatoire, alors que cette dernière, avec tous ses phénomènes réactionnels, se produit chez les animaux plus réfractaires. M. Gamaletia résume le problème qui découle de ce fait en deux questions : 1° Pourquoi les leucocytes font-ils défaut dans la lésion locale, chez les animaux sensibles à l'infection? 2° Pourquoi les leucocytes arrivent-ils au niveau de la lésion chez les animaux réfractaires?

La première de ces questions a surtout été abordée par MM. Bouchard, Charrin et Gley. Pour eux, la diapédèse est arrêtée par l'action des produits sécrétés par les microbes vivants, et notamment par la paralysie des vaso-moteurs. Or M. Gamaletia n'admet pas que ce soit uniquement en empêchant la diapédèse que les différents facteurs invoqués favorisent l'infection. Ces agents entravent, selon lui, la diapédèse parce qu'ils permettent aux microbes de se développer, et non en empêchant l'arrivée des leucocytes.

Des travaux de Buchner sur le deuxième point du problème sont ensuite exposés. C'est la substance constituante des bactéries, la protéine qui attire les leucocytes. Alors que vivants, ils éloignent ces derniers à l'aide des produits sécrétés, morts ils deviennent au contraire un centre d'attraction. Le rôle tutélaire des leucocytes serait alors singulièrement diminué; ils n'interviendraient plus qu'après la mort de l'agent virulent, et ne seraient désormais, suivant la pittoresque expression de M. Gamaletia, que les « balayeurs » du corps. Dans cette théorie, si les animaux réfractaires présentent des phénomènes d'inflammation locale, c'est uniquement parce que leurs humeurs possèdent un pouvoir antiseptique et antitoxique suffisant pour supprimer les bactéries et annihiler les effets des toxines.

Si ingénieuses que paraissent les interprétations de M. Gamaletia, il nous semble qu'elles ne tiennent pas un compte suffisant de la différence d'action, pourtant très sensible, des divers microbes pathogènes. Sa théorie n'explique pas les faits d'attraction ou de répulsion dites chimiotactiques, observés notamment par MM. Metschnikoff, Wissocowich, Massart et Bordet.

L. O.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

(La plupart des Académies et Sociétés savantes, dont la Revue analyse ordinairement les travaux, sont actuellement en vacances.)

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 27 juillet 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. H. PARENTY : Sur une représentation géométrique d'une formule de la loi d'écoulement des gaz parfaits à travers les orifices. — A propos de la note de M. S. P. Langley relative à la résistance de l'air, M. Drzewiecki annonce que les études théoriques entreprises par lui, en parlant de l'identité des lois du vol des oiseaux et des aéroplanes, l'ont conduit précisément aux résultats que l'expérience a donnés à M. Langley. — M. J. JANSSEN annonce que, grâce au concours de MM. Bischoffsheim, H. Bonaparte, de Rothschild et Eiffel, des études vont être commencées en vue de la construction d'un Observatoire au sommet du Mont-Blanc. La première opération doit consister à déterminer l'épaisseur de la couche de glace au sommet de la montagne.

2^{es} SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. LEDUC a déterminé à nouveau, en se servant de la méthode de Regnault avec divers perfectionnements, les densités de l'air, de l'oxygène, de l'hydrogène et de l'azote. Les chiffres obtenus pour l'oxygène et l'azote diffèrent des chiffres de Regnault; les gaz dont cet auteur s'était servi devant contenir, le premier des composés chlorés, le second de l'hydrogène, pour les raisons qu'a exposées M. Leduc dans une précédente communication. — M. P. SCHÜTZENBERGER a constaté que lorsqu'on réduit du chlorure de nickel anhydre pur par un courant d'hydrogène sec au rouge sombre, il y a transport au loin du métal qui se dépose sous forme d'anneau si l'on chauffe au rouge sombre, sur une étendue de quelques centimètres, l'espace tubulaire traversé par le gaz à sa sortie de l'appareil; diverses expériences démontrent qu'il ne s'agit pas là d'une volatilisation du chlorure de nickel, mais de la formation d'un composé volatil, probablement NiClH. — M. J. GARNIER attire l'attention sur divers phénomènes qui s'observent dans la métallurgie du fer et du nickel et qui lui paraissent se rattacher à la formation de carbonyles de ces métaux. — MM. G. ROUSSEAU et G. TITE ont transformé l'azotate basique de cuivre en oxyde par l'action prolongée de l'eau à 163°; ils ont transformé de même le sulfate basique en oxyde de cuivre après cent cinquante heures de chauffe à 240°; les auteurs montrent comment ces réactions s'expliquent, au point de vue thermochimique, par la chaleur de dissolution de l'acide. Au contraire de ces sels, l'oxychlorure et le phosphate basique de cuivre résistent à l'action de l'eau. — M. E. CHAUDRÉ a observé que les objets en bronze des palafittes sont recouverts d'une couche de sulfure métallique lorsqu'ils ont été recueillis dans la vase; la composition de cette couche doit la faire considérer comme constituée par de la chalcopryrite stannifère; ce fait montre une production de sulfures métalliques indépendante des eaux minérales. — MM. C. LEPIERRE et LACHAUD ont obtenu à l'état cristallisé le chromate de thallium, après l'avoir dissous dans une solution chaude de potasse; les cristaux sont isomorphes avec le sulfate et le chlorate de potassium; la potasse fondante a donné avec le même sel le sesquioxyde de thallium cristallisé en paillettes hexagonales. — M. W. E. MATIGNON a déterminé les constantes thermochimiques des acides parabanique et oxalurique. — M. Ch. E. GUIGNET a obtenu l'acide benzoïque en réduisant par l'hydrogène naissant l'acide gallique; il pense qu'on pourra trouver dans la méthode de réduction un moyen d'étudier les tanins encore peu connus. — M. Scheurer-

Kestner a étudié la polymérisation de l'acide ricinoléique par la chaleur.

3^{es} SCIENCES NATURELLES. — M. L. BOURROUX a reconnu que dans la fermentation panairaire c'est bien la levure qui est l'agent de la fermentation; les diverses bactéries qui l'accompagnent généralement ne peuvent jouer qu'un rôle très secondaire; l'action produite consiste essentiellement en une fermentation alcoolique normale du sucre préexistant dans la farine. — M. P. BINET, en précipitant du phosphate de chaux au sein de l'urine, a obtenu une substance insoluble dans l'alcool, qui, injectée aux cobayes, détermine une élévation de la température; cette substance existe dans les urines normales et pathologiques; elle est plus abondante dans les urines des tuberculeux. — MM. H. BERTIN-SANS et J. MOITESSIER ont étudié la transformation de l'hémoglobine oxycarbonée en méthémoglobine; contrairement à l'opinion de MM. Weil et von Anrep, ils n'ont pas observé la formation d'une combinaison de la méthémoglobine avec l'oxyde de carbone; celui-ci reste simplement dissous; les auteurs proposent la transformation en méthémoglobine comme moyen de mettre en liberté l'oxyde de carbone pour le doser. — M. O. GRÉHANT : Sur un nouvel appareil destiné à mesurer la puissance musculaire. — MM. GRÉHANT et QUINQUAUD : Mesure de la puissance musculaire chez les animaux soumis à un certain nombre d'intoxications. (Poursuites deux communications, V. Soc. de Biologie). — M. G. DEMENY a réussi à fixer par la chronophotographie les mouvements des lèvres qui se produisent dans la parole articulée; un certain nombre des sons ainsi photographiés ont pu être lus dans le zoopore par un sourd-muet. — M. A. CHARPENTIER rapporte l'expérience suivante : si l'on regarde une surface blanche uniforme à travers un disque rotatif à secteurs alternativement pleins et vides, et si l'on fait tourner le disque avec une vitesse telle que chaque impression lumineuse tombe sur la rétine pendant la phase d'inexcitabilité produite par l'excitation précédente, on a une sensation intense de violet; l'auteur pense qu'il y a là vision entoptique du pourpre rétinien. — A propos de la note communiquée par M. Charpentier dans la séance précédente, M. MASCART signale le fait suivant qu'il a observé dans diverses conditions; lorsqu'un objet noir passe rapidement sur un fond blanc, l'œil étant immobile, il apparaît une région sombre à la suite de l'objet. — On avait dit que la chèvre est réfractaire à la tuberculose; M. G. COLIN, en inoculant sous la peau d'une chèvre de petits fragments de tubercules de la vache, a produit une tuberculose locale qui s'est étendue aux ganglions voisins; le poulmon était farci de tubercules. — M. L. LORTET a trouvé dans les vases de la Mer Morte, dont les eaux sont, comme on le sait, extrêmement chargées en sels, deux espèces de microbes pathogènes très virulents, celui de la gangrène gazeuse et celui du tétanos. — M. A. F. MARION, en présentant le recueil des travaux de la station maritime d'Endoume, expose diverses considérations sur le dépeuplement de la Méditerranée et les remèdes qu'il serait bon d'y apporter après avoir étudié scientifiquement la question. — M. P. MARCHAL qui avait décrit déjà l'appareil excréteur du *Palomon* a étendu ses recherches à l'ensemble de la famille des *Caridides*. Au point de vue physiologique, il a pu s'assurer que chez les Crustacés en général la production du liquide urinaire est une véritable sécrétion avec séparation de parties cellulaires. — M. G. SAINT-REMY a étudié le système nerveux des

Monocotylides (Tristomiens). — MM. J. Kunckel d'Herculaïs et F. Saliba signalent sur les racines des vignes d'Algérie la présence d'un nouveau parasite, le *Rhizocus falcifer*; c'est une espèce de cochenille que M. Kunckel d'Herculaïs avait découverte en 1878 sur les racines des palmiers du Muséum; les racines piquées par l'insecte présentent des renflements et la plante dépérit comme lorsqu'elle est attaquée par le phylloxéra. — M. A. Gaudry a examiné le grand Ichthyosaure trouvé dans le lias supérieur à Sainte-Colombe près de Vassy (Yonne). C'est probablement une espèce nouvelle pour laquelle M. Gaudry propose le nom d'*Ichthyosaurus Burgundia*. — M. Gêneau de Lamarrière a fait des recherches sur l'assimilation dans la famille des Umbellifères; il a reconnu que les espèces à feuilles très découpées, à surfaces étroites, présentent pour l'unité de surface une assimilation plus active que les autres. — M. G. Poirault a étudié les tubes criblés chez les Filicinales et les Equisétinées; les cloisons sont en général très obliques et présentent de nombreuses plages criblées; la présence de bouchons calleux est le cas général. — M. C. Blanchard examine les faunes et les flores des contrées boréales de l'Asie et de l'Amérique pour démontrer, par la présence de plusieurs espèces communes, l'existence des communications terrestres entre les deux continents pendant l'âge moderne de la terre. — MM. Daubrée et H. Meunier ont étudié deux échantillons de fer natif découverts dans les lavages d'or des environs de Bezrowsk (Russie); l'analyse a démontré que ces échantillons ne contiennent pas de nickel, mais un peu de platine; d'autre part l'attaque par les acides se fait d'une façon uniforme; ces deux faits écartent l'hypothèse d'une origine extra-terrestre. Les échantillons présentent une structure feuilletée et portent les traces d'un écrasement violent, comparable seulement aux effets des explosifs; les auteurs remarquent là une confirmation des théories de l'un d'eux sur l'origine du fer natif. — M. H. A. Newton signale un document du xv^e siècle relatif au passage au-dessus de la Suisse de la météorite d'Ensisheim (7 novembre 1492). — MM. L. Duparc et B. Baëff ont étudié pendant un an le régime quotidien de l'Arve au point de vue de son débit et de la proportion de matières en suspension; ils ont déterminé la part qui revient aux divers affluents de cette rivière (affluents glaciaires et affluents non glaciaires), dans l'érosion et le transport suivant les saisons.

Mémoires présentés. — M. G. Colin: Etudes expérimentales sur la tuberculose. — M. le Dr Pigeon: Sur le mode de production des épidémies de choléra.

Séance du 3 août 1891.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. A. Ricco a relevé pendant une période undécennale les variations périodiques en latitude des protuberances solaires; les tableaux dressés au moyen de ses observations comparés aux tableaux relatifs aux taches montrent que les deux séries de phénomènes suivent exactement la même loi.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Leduc a étudié au moyen d'un dispositif très sensible la variation de volume que subit le phosphore au moment de sa fusion; il a constaté que la dilatation qu'on savait se produire à ce moment est absolument brusque. — M. D. Berthelot avait étudié par la méthode des conductibilités électriques la neutralisation des principaux acides organiques et les problèmes de mécanique chimique qui s'y rattachent. Il a généralisé les résultats qu'il avait obtenus, en répétant la même étude avec l'acide chlorhydrique, l'acide acétique et le phénol d'une part, la potasse, l'ammoniaque et l'aniline de l'autre. — MM. Berthelot et Matignon ont déterminé les chaleurs de formation et de combustion des benzines nitrées; ils font remarquer que les chaleurs de formation des nitrobenzines par leurs éléments sont peu éloignées les unes des autres et même de la benzine; il en résulte que l'oxygène entré dans la composition du corps nitré dégagerait, s'il était employé à en brûler complètement

une quantité proportionnelle à son poids, à peu près la même quantité de chaleur que si cet oxygène était libre; cette considération est applicable aux corps nitrés en général et elle est intéressante pour expliquer leurs propriétés explosives. — M. A. Szyerwetz a étudié systématiquement l'action de la phénylhydrazine sur les phénols diatomiques; il a constaté qu'il y a en général réaction avec les phénols diatomiques; pour mettre en évidence cette réaction, il suffit de trouver un dissolvant où le produit de la réaction soit moins soluble que les composants; certains phénols triatomiques réagissent aussi, mais plus difficilement.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. Y. Delage a étudié le développement de la *Spongilla fluviatilis*; il a reconnu que, conformément à l'opinion de M. Goette, l'ectoderme primitif est remplacé par un ectoderme définitif venu de la profondeur, et séparé d'abord de l'extérieur par une couche continue de cellules ciliées; celles-ci sont à un moment donné capturées par les grandes cellules mésodermiques de la masse du corps, et englobées par elles; plus tard elles sont mises en liberté et forment les corbeilles. — M. A. Giard résume ces communications sur le parasite du ver blanc et fait voir que celles de MM. Prillieux et Delacroix n'ajoutent rien de nouveau; il maintient que ce parasite doit, suivant la loi de priorité, porter le nom d'*Isaria densa* (Link). — M. Le Moutil annonce qu'il a obtenu une grande quantité des cultures du parasite du hanneton. — M. Ch. Cornevin a recherché comment agissent sur la germination des graines les poisons qui en proviennent; il a reconnu que la saponine n'a aucune action sur la germination des graines de l'*Agrostemma*, non plus que la *cytisine* sur celles du cytise; l'extract aqueux d'opium hâte la germination des graines du pavot, la nicotine ralentit la germination des graines de tabac. — M. Jobert a inoculé avec succès en série le bulbe d'un lapin mort de la rage, conservé pendant dix mois à une température de -10° à -20°. — M. A. Charpentier a constaté que si l'on éclaire subitement pendant un temps très court de petites surfaces blanches, ces surfaces paraissent colorées; l'auteur rattache ce phénomène à l'*ondulation rétinienne* dont il a exposé la théorie. — M. G. de Saporta signale dans la flore fossile de *Cercal* (Portugal) encadrée entre le Cénozoïque et le Néojurassique, des Monocotylées qui sont probablement l'origine de la Classe. — M. Paquelin décrit des perfectionnements qu'il a apportés à son thermocautère dans le but de diminuer son volume et de le rendre plus facile à manier. — M. de Pietra Santa décrit la série des précautions qu'il prend pour obtenir une eau de Seltz industrielle conforme aux lois de l'hygiène. — M. Daubrée continue ses expériences au moyen des expositifs en cherchant à faire couler divers matériaux solides par la pression brusque des gaz; des résultats obtenus lui permettent d'affirmer une parenté au point de vue de leur cause mécanique, entre toutes les éruptions qui se sont fait jour par les diatrèmes; il propose pour ces phénomènes le nom d'*océphysèmes*.

Mémoires présentés. — M. F. Gouttes adresse un Mémoire « sur les aérostats métalliques ». — M. E. Gorges adresse divers échantillons des conserves alimentaires préparées par un procédé qu'il ne fait pas connaître.

L. LAPICQUE.

ACADEMIE DE MÉDECINE

Séance du 28 juillet 1891.

M. Proust: Le choléra de Mésopotamie, de Perse et de Syrie, en 1889 et 1890. En 1889, il y a eu trois foyers de choléra: l'un en Espagne, l'autre dans la mer Rouge, à la Mecque, le troisième en Mésopotamie. De 1850 à 1870 il y a eu des épidémies alternatives de choléra en Perse et en Mésopotamie. De 1871 à 1889 il n'a été signalé de choléra ni en Perse ni en Mésopotamie, il n'y a eu qu'une épidémie en Syrie en 1875. En comparant les épidémies de 1889 à 1890 à celles de 1865 et 1875 on voit que la mortalité a été en décroissant.

dix à quinze mille pour celle de 1863, et six à sept mille pour celle de 1875; en 1890 la mortalité n'a été que de quatre à cinq mille. De la fin de 1889 à 1890 il y a eu en Mésopotamie et en Irak-Arabie 7000 décès cholériques, En Perse 6000, en Asie Mineure en Syrie, 5300, à la Mecque 5000; soit au total 23 000, ce qui indique un chiffre réel de décès de 30 à 40 000. Si l'on évalue à 7 ou 8 000 000 le nombre des habitants de ces pays où a sévi le choléra, on trouve qu'il y a eu 1 cas de mort pour 175 habitants. Il est peu probable que cette nouvelle épidémie puisse être attribuée à un foyer ancien qui se serait rallumé; il faut donc admettre l'importation venue de l'Inde par le golfe Persique. Cette importation a dû se faire par les navires anglais sur la mer Rouge. Le choléra a dû être importé par Camaran. — **M. Léon Labbé**: Double hypertrophie mammaire. **M. Labbé** montre deux seins provenant d'une jeune fille de 14 à 16 ans qui tout à coup a présenté une hypertrophie considérable des seins sans fièvre; pendant 8 mois, arrêt, puis nouvelle poussée. Le sein gauche pesait 3 500 grammes, le droit 3 900 grammes. — **M. Guéniot**: Cerveau rudimentaire chez un enfant microcéphale. Détails microscopiques. — **M. Le Dentu**: Entérectomie et entérorraphie pour tumeur du colon ascendant, suivies dans la même séance de l'extirpation des annexes de l'utérus.

Séance du 4 août.

M. Terrier montre une malade à laquelle il a enlevé une partie du frontal, la dure-mère sous-jacente et une partie de la faux du cerveau. La malade a guéri parfaitement. — **M. Polaillon** présente un malade qui, tombé sur son parapluie, s'enfonça l'extrémité ferrée de l'instrument dans l'orbite gauche et se fractura la voûte orbitaire. L'extraction de l'agent vulnérant fut difficile; le blessé étant dans le coma, **M. Poirier** fit, à l'aide de la gouge, une ouverture dans le frontal et put enlever des fragments osseux, une partie du lobe antérieur du cerveau et enclouer l'œil. La guérison fut complète; le malade ne présente ni paralysie ni trouble de la sensibilité. — **M. Semmola** (de Naples) fait d'abord remarquer l'importance clinique de l'étude des urines au point de vue des toxines urinaires, signalées et étudiées par le professeur Bouchard. Le clinicien doit donc se préoccuper de l'influence que ces matières peuvent avoir sur la marche des maladies. L'analyse de ces produits toxiques étant fort complexe, **M. Semmola** eut l'idée d'injecter aux cobayes et aux lapins les urines provenant des malades. Il a pensé que les substances toxiques devaient varier selon les symptômes présentés et qu'ils devaient reproduire ces symptômes chez les animaux. En effet, dans un cas de pneumonie grippale, le malade ayant eu des crises éclamptiques et tétaniques, l'injection de son urine reproduisit ces mêmes symptômes chez l'animal. Ces recherches ont permis d'affirmer que dans ce cas il ne s'agissait pas de méningite. En effet, 24 heures après, les accidents cessaient et la toxicité urinaire redevient normale.

SOCIÉTÉS MARITIMES SCIENTIFIQUES

INSTITUTION OF NAVAL ARCHITECTS.

Session 1891. (Suite.)

M. A. Blechynden: *Influence des dimensions et proportions relatives de l'hélice sur la marche du navire.* Ce travail résume les résultats expérimentaux obtenus par l'auteur, à la suite de recherches théoriques exposées dans un précédent Mémoire en 1887. Les expériences, dont il s'était alors tracé le programme, ont été, exécutées sur des modèles de dimensions restreintes en vue de déduire de la poussée qu'ils subissent celle que subiraient des hélices semblables en vraie grandeur. Cette étude sur modèles a l'avantage de permettre une détermination rapide de l'influence des changements de formes et de proportions, en dégagant les phénomènes à analyser de la masse des influences

étrangères qui s'y entremêlent dans le fonctionnement de l'hélice unie au navire. Remarquons toutefois que même dans ces limites les comparaisons de modèle à modèle ne doivent être faites qu'avec beaucoup de précaution, et que la légitimité des assimilations fondées sur telle ou telle hypothèse doit être préalablement vérifiée. En outre, le degré d'approximation dans les mesures de vitesse et de puissance doit être en rapport avec l'exiguité du modèle. Un premier diagramme donne des courbes du coefficient d'utilisation

$$K = \frac{D^2 V^3}{F} \text{ pour des valeurs du recul variant de } 0,15 \text{ à } 0,40, \text{ et des valeurs du rapport du pas au diamètre comprises entre } 0,90 \text{ et } 2,1, \text{ mais pour une forme et une fraction de pas déterminées. Pour passer à une autre fraction de pas, on peut admettre, avec une exactitude suffisante, la proportionnalité de la puissance à la racine carrée de la fraction de pas, du moins lorsque le pas reste compris entre } D \text{ et } 1,5 D. L'importance relative des fractions de pas des diverses sections cylindriques a été reconnue au moyen d'ailes fractionnées en parallélogrammes mobiles; on a pu comparer ainsi les poussées qui s'exercent sur les différentes régions concentriques de la surface, et une courbe donne, pour le rapport } 1,25 \text{ du pas au diamètre, les variations de la poussée en fonction de la fraction de pas; et l'on passe facile-}$$

ment à toute autre valeur de $\frac{H}{D}$ (rapport du pas au diamètre) au moyen de coefficients tirés du premier diagramme. On peut, dès lors, calculer d'après ces courbes la poussée d'une hélice quelconque. La comparaison des résultats du calcul avec l'expérience dans une dizaine de cas rapportés par l'auteur n'indique que des écarts très faibles. Toutefois, la conclusion n'est valable que pour des hélices en fonte ou en acier d'épaisseur assez forte pour qu'elles soient pratiquement indéformables. Avec des hélices en bronze, la flexion des ailes équivaut à une augmentation du pas. Quelle que soit l'exactitude avec laquelle on déduit du modèle la poussée du propulseur, si l'on cherchait, au moyen de courbes d'utilisation préparées avec les expériences faites sur le modèle, à déterminer pour un navire donné le propulseur de rendement maximum, on se heurterait à de grandes difficultés dues à l'influence de la coque jointe au propulseur. Cette influence modifie l'utilisation suivant des lois encore peu connues. On sait seulement que la finesse des formes de l'arrière, les dimensions relatives du navire et de l'hélice, la distance de celle-ci à la coque ont une grande importance. Dans les navires fins, l'utilisation diffère peu de celle de l'hélice travaillant seule; dans les navires à formes pleines, le recul est augmenté de 50 à 75 % pour le plupart des cargo-boats. Quant aux dimensions relatives du propulseur et du navire, l'auteur a cherché à en déterminer séparément l'influence, en comparant les essais d'un certain nombre de navires aussi voisins que possible comme formes, dimensions, puissance, vitesse et nombre de tours, et en ramenant les résultats à l'aide des diagrammes précédents à une unité commune de fraction de pas, et à la même valeur 1,25 du rapport du pas au diamètre. On constate que l'utilisa-

tion $\frac{SV^3}{F}$ (où S représente la surface mouillée de la carène), augmente avec le rapport $\frac{S}{s}$ (où s représente l'aire du cercle ayant pour diamètre celui de l'hélice), c'est-à-dire augmente lorsque le diamètre de l'hélice diminue, jusqu'à une certaine limite au delà de laquelle $\frac{SV^3}{F}$ diminue. L'utilisation est donc maxima pour une valeur déterminée de $\frac{S}{s}$, qui a été trouvée voisine de

100 pour des vitesses voisines de $0,6\sqrt{L}$ et qui diminue graduellement pour des vitesses plus grandes. Si

l'on tient compte des formes au moyen de coefficients de finesse, on trouve que dans les navires fins le diamètre de l'hélice peut être augmenté avec avantage. Telles sont les conclusions auxquelles est parvenu M. Blechynden. On peut regretter qu'elles ne soient pas d'un caractère plus général et que le nombre des essais rapportés soit un peu trop restreint pour bien dégager une loi d'un ensemble de faits si complexes et d'éléments si divers.

L. VIVET.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance supplémentaire du 26 juin 1891.

M. Jousselin donne quelques détails sur le nouveau paquebot transatlantique la *Touraine*, qui peut transporter 1090 passagers avec une vitesse de 19 nœuds, ce qui donne une durée moyenne de 7 jours au parcours du Havre à New York; la longueur de ce grand navire est de 157 mètres; sa force motrice de 12 000 chevaux.

PARIS PORT DE MER. — M. Bouquet de la Grye expose la situation actuelle de son projet. Celui-ci, présenté au ministre des travaux publics en 1886, a été soumis l'an dernier à une enquête qui lui a été en très grande majorité favorable. Il se distingue de celui présenté il y a dix ans par le même auteur et de ceux qui se sont succédés depuis deux cents ans, parmi lesquels l'un proposé en 1825, l'autre étudié par Belgrand, en ce qu'il est conçu assez économiquement pour constituer une entreprise industrielle. *Tracé* : La question du trafic a été étudiée d'une façon très complète par l'ancien chef de la partie commerciale du chemin de fer de l'Ouest, qui a conclu à un mouvement de 5 millions de tonnes au bout de 5 ans. Quant à l'économie de transport, elle résulte des chiffres suivants : de Paris à Rouen le chemin de fer demande par tonne 4 fr. 20, la batellerie 3 fr. 47; or, grâce au perfectionnement des machines marines, le transport d'une tonne de marchandise peut être abaissé à un quart de centime par kilomètre, ce qui donne — pour une distance de 185 kilomètres, qui est celle du canal — un chiffre qui doublé, pour tenir compte des difficultés de la navigation, est de 0 fr. 70. A ce prix il faut ajouter la taxe de 3 fr. 25 par tonne de jauge qui sera payée à l'aller et au retour à la société du Canal; mais l'économie persiste, car on supprime les intermédiaires et les taxes locales de Rouen, qui coûtent également 3 francs. *Devis* : Les chiffres précédents montrent que l'économie de transport sera annuellement de 13 millions de francs, ce qui représente un capital de 277 millions; donc le prix du canal ne devra pas atteindre ce chiffre. Le devis est de 135 millions; il a été porté à 150 millions pour tenir compte d'éventualités contraires; 10 millions sont comptés pour la déviation du chemin de fer de l'Ouest; 33, pour les intérêts et frais d'administration; la plus grosse somme 67 000 000, sera employée aux terrassements, dont l'évaluation a été faite en doublant le prix de travaux similaires exécutés à Bordeaux; la transformation des ponts auxquels il faudra donner des travées mobiles est évaluée à 500 000 francs pour chaque. *Tracé* : Il suit le lit de la Seine, car l'économie de transport qui résulterait de la coupure des bouches du fleuve ne serait obtenue qu'au prix de travaux trop coûteux. Ce n'est que pour éviter de faire franchir plusieurs fois le canal par le chemin de fer de l'Ouest que l'on coupera deux bouches de la Seine, (ce qui raccourcira de 32 kilomètres la distance actuelle de Rouen à Paris). Les rayons de courbure ayant 1500 mètres, n'offrent aucun inconvénient. Quant aux écluses on est forcé, par économie de les admettre; il y en a 4. Enfin, en cas de crue, la navigation ne sera pas rendue impossible, car la vitesse des eaux calculée comme maxima ne dépassera par 2 m. 30; d'un autre côté on n'a pas à craindre de voir devant Elbeuf les eaux sans courant. *Largeur et profondeur* : La largeur du plafond est de 35 mètres (une fois et demi celle du canal de Suez); elle est de 45 mètres dans les courbes. Cette

argeur est suffisante. Belgrand a indiqué qu'il suffit d'un intervalle de 3 m. 50 entre les bateaux au moment du croisement. Quant à la profondeur, elle est de 6 m. 20, celle du fleuve à Rouen ne dépassant pas 6 mètres en mortes eaux. On pourra d'ailleurs augmenter les dimensions par des dragages et les travaux d'art sont prévus pour une profondeur de 7 m. 50. Les alluvions sortis du fleuve et déposés sur les îles ou dans les faux bras assainiront les premières et ne causeront pas d'inondation en comblant les seconds, puisqu'il y aura deux émissaires au lieu d'un seul. *Critiques* : Les critiques n'ont pas porté sur moins de seize points. M. Bouquet de la Grye les examine une à une pour les réfuter. — M. Badois considère que ce projet est dangereux pour la vallée de la Seine; que d'ailleurs le fleuve peut actuellement transporter 6 millions de tonnes et n'en transporte que 1 200 000; qu'il n'y aura pas d'économie sur les prix actuels de transport à cause du chiffre qu'atteignent les frais journaliers de grands navires; qu'enfin les relations commerciales de Paris gagneraient davantage en se développant vers une ville du nord, telle que Boulogne ou Dunkerque. — M. J. Fleury reproche au chiffre admis pour le trafic d'être hypothétique, et au prix de 0 fr. 70 indiqué pour le transport d'être inférieur au prix qui tiendrait compte du manque de fret de retour, des frais de staries et de ceux du camionnage, qui sera coûteux depuis Clichy, où s'arrêtera le canal, jusqu'au centre de Paris. Il pense aussi que la navigation sera rendue difficile par les courbes et l'étroitesse du canal; que le coupage des ponts est fâcheux pour les populations et inadmissible pour le chemin de fer. — M. Bouquet de la Grye répond aux diverses critiques. Son projet a été conçu pour reprendre à Anvers le trafic de l'Est de la France, et Paris n'a pas été choisi de parti pris, mais après qu'il a reconnu en examinant des cartes de possibilité, qu'il était impossible de prendre Rouen, le Havre ou Dunkerque. Quant au rayon de courbure de 1500 mètres il est supérieur à celui (1200 mètres) qu'on vient d'adopter au Havre pour les transatlantiques, qui sont plus grands et exposés à tous les temps; d'ailleurs si ces courbes sont un inconvénient à Suez, où les navires sont également beaucoup plus grands, où le canal n'a que 22 mètres de largeur au lieu de 35, elles n'empêchent pas de réaliser un trafic de 7 millions de tonnes. La gêne causée par les ponts mobiles ne sera pas considérable, ceux-ci ne s'ouvrant que treize fois par jour et pendant quelques minutes, tandis qu'à Paris le pont de la rue de Crimée s'ouvre plus souvent et plus longtemps; pour les ponts du chemin de fer de l'Ouest on peut éviter d'en couper un seul, en élevant le pont d'Argenteuil à 22 m. 50 au-dessus du plan d'eau; dans ce cas l'installation actuelle du chemin de fer est peu modifiée. Quant à la distance du centre de Paris à Clichy, elle est plus petite qu'à la Villette ou aux gares d'Orléans et de Lyon. Relativement au fret de retour on peut dire que Paris a une exportation importante d'objets lourds et encombrants; c'est d'ailleurs parmi les industriels et les négociants qu'ont été souscrites les 245 000 adhésions au projet. Enfin ni la batellerie, ni les villes de Rouen et du Havre ne seront ruinées, mais la France reprendra à l'étranger le mouvement commercial qu'elle a perdu.

Séance du 3 juillet 1891.

M. Rémaury rend compte d'un mémoire de M. Gibon relatif à différents points d'économie sociale. — M. de Coëne reprend avec de nouveaux détails une question dont il s'est occupé dans une précédente séance : *l'outillage des voies de communication, ports, canaux, rivières, chemins de fer*; il traite particulièrement de l'importance des questions douanières et fiscales en France, en Angleterre et en Allemagne. Les frets sont de 10 o/o moins élevés en Angleterre qu'en France, en particulier parce qu'en Angleterre tous les services de ports sont réunis sous une même direction. — M. Contamin présente un travail sur les valeurs des coefficients de

résistance des fers et aciers. Il faut, dans l'évaluation de la fatigue à laquelle les pièces constituant les machines ou les ossatures métalliques seront soumises, considérer deux points : la fatigue correspondant à l'effort statique des charges et la fatigue additionnelle résultant de leur mouvement. Si cette fatigue résultante a une valeur maxima inférieure à la limite d'élasticité la résistance du métal ne varie pas. Des rails et pièces de ponts en service depuis 35 ans au chemin de fer du Nord, et des essieux ayant parcouru 1 million de kilomètres et subissant dans le sens des efforts des alternances de 1000 par minute, — mais où la fatigue moléculaire ne dépassait pas la moitié de la limite d'élasticité — ont conservé toutes leurs propriétés élastiques.

P. JANNETAZ.

ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

Séances du 6 juin et du 4 juillet 1891

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. F. de Ruydts lit un travail sur *l'extension de la loi de réciprocité de M. Hermite*. Ce travail de haute analyse mathématique ne peut être résumé ici.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. de Heen avait établi précédemment les lois de la vaporisation des liquides dont la surface est soumise à l'influence d'un courant gazeux. Il a recherché quelle est la vitesse d'évaporation dans une atmosphère calme et a démontré qu'elle est généralement indépendante de la pression, et qu'elle est proportionnelle à la tension de la vapeur, comme Dalton l'avait affirmé, et ainsi que M. Laval l'a vérifié; enfin, que ce sont les gaz, dont le frottement intérieur est le plus faible, qui déterminent encore la plus faible vaporisation. En opérant à la température de 40°, et en faisant varier la pression de 755 à 162 millimètres, il n'a trouvé qu'un accroissement de $\frac{1}{4}$ environ dans la quantité de liquide évaporé, l'appareil étant absolument au repos. Mais s'il communiquait à celui-ci

un léger mouvement de rotation, afin de mettre la surface d'évaporation successivement en contact avec de nouvelles couches de gaz ambiant, l'accroissement dans la quantité de liquide évaporé tombait de 25 à 6 0/0 en moyenne. La loi de de Heen est très bien vérifiée par les résultats énumérés ci-dessous. La première ligne exprime les tensions en millimètres de mercure; la seconde, les quantités d'eau évaporée :

156	238	381	570
172	246	368	617

Quant à l'influence de la nature du gaz, elle est accusée par les nombres suivants. Toutes circonstances égales, et la vitesse d'évaporation dans l'air étant prise pour unité, elle est dans le gaz d'éclairage de 1,4, dans l'hydrogène de 2,26.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. P. Van Beneden, l'éminent zoologiste qui reçoit de tous les points du globe des communications sur tout ce qui touche aux baleines, a lu une note sur deux crustacés parasites, trouvés sur les céphalopodes, l'un dans la baie de Dakar, l'autre près des Açores. La forme et les allures de ces crustacés étaient tout à fait singulières; leur sac ovarien permit de reconnaître que c'étaient des Lernéopodes. M. P. Van Beneden, estimant que les squalos sont des animaux essentiellement pélagiques, qu'on ne rencontre qu'accidentellement dans les baies, a été fort surpris de trouver sur eux des crustacés parasites complètement recouverts d'animaux mous cellulaires qu'on ne rencontre que sur les côtes. — Une discussion intéressante, à laquelle ont pris part MM. E. Dupont, E. Van Beneden et l'abbé Renard, s'est élevée sur cette question incidente de l'habitat des squalos. Ces savants sont tous d'avis qu'un grand nombre de squalos sont des animaux côtiers, ce qui expliquerait la présence de nombreux animaux monocellulaires sur les crustacés décrits par M. P. Van Beneden. F. F.

Membre de l'Académie.

COURRIER DE SYDNEY

Au moment de vous envoyer les comptes rendus des travaux de nos Sociétés savantes, et de vous parler du mouvement scientifique en Australie, je pense que les lecteurs de la *Revue* liront avec quelque intérêt des détails sur ce pays si nouveau, que nous connaissons si peu en France. Quelques chiffres serviront à montrer le développement étonnant de cette grande contrée dont la prise de possession par l'Angleterre remonte à 100 ans, mais dont le développement n'a réellement commencé qu'avec la découverte de l'or en 1851. Pour nous, elle a encore un autre intérêt : sa proximité avec la Nouvelle Calédonie, les échanges continuels entre Sydney et Nouméa, l'impulsion énorme que le voisinage de ce nouveau monde donne à notre colonie, font que nous devons suivre avec intérêt la croissance rapide de ce pays. Nous ne devons pas oublier aussi qu'avant la prise de possession anglaise les Français ont été nombreux qui sont venus explorer ces régions lointaines. On voit à Botany Bay, près de Sydney, et à la place où les marins de la *Boussole* et de l'*Astrolabe* ont été vus pour la dernière fois, le monument élevé en 1825 à la mémoire de La Pérouse et de ses hommes par de Bougainville et Ducampier qui commandaient la *Thétis* et l'*Esperance*.

C'est un Français, Guillaume Le Testut, qui en 1540 a figuré pour la première fois la côte nord de l'Australie qu'il venait d'explorer. Après une période de découvertes faites par les Hollandais et les Espagnols surtout, c'est en 1688 seulement que le capitaine Dampier s'arrête à Ræbuck Bay. Il est le premier Anglais qui foule le sol australien et il est le premier qui signale le Kangourou. En 1770, le capitaine Cook, à bord de l'*Endeavour*, parti pour étudier le passage de Vénus, prend possession de la contrée au nom de l'Angleterre.

En 1772, le capitaine Marion avec le *Mascarin* et le *Castres*, deux navires français, explore la Tasmanie. Enfin en 1788, le Gouverneur Phillip s'arrête à Botany Bay, pour y déposer les convicts qu'il amène d'Angleterre; mais, ne trouvant pas l'endroit favorable, il quitte Botany le jour où La Pérouse y arrive lui-même avec la *Boussole* et l'*Astrolabe* et le Gouverneur Phillip vient à quelques kilomètres au nord, dans Port Jackson, fonder Sydney. La Nouvelle-Galles du Sud devient une colonie pénitentiaire. Elle continua d'être un lieu de transportation jusqu'en 1840.

Actuellement les colonies anglaises de l'Australasie comprennent : 1^{re} le continent de l'Australie qui se divise en cinq gouvernements; 2^e l'île de Tasmanie, qui en forme un autre; 3^e enfin les îles situées au sud qui constituent la septième colonie de la Nouvelle-Zélande. Les cinq gouvernements de l'Australie sont : à l'ouest, l'Australie de l'Ouest, dont la capitale est Perth, et qui s'étend sur toute la côte ouest du nord au sud. L'Australie du Sud, capitale Adélaïde, qui va du nord au sud, à l'est de la précédente colonie. Victoria avec Melbourne pour capitale occupe le Sud-Est. Au nord de Victoria la Nouvelle-Galles du Sud, capitale Sydney, et plus au nord encore, la grande et superbe colonie de Queensland qui va jusqu'au golfe de Carpentarie : la capitale est Brisbane.

La Nouvelle-Galles du Sud, la plus ancienne colonie du groupe, date de janvier 1788. Elle possède un gouvernement responsable depuis 1835.

La Tasmanie, autrefois Terre de Van Diemen, fut colonisée par la Nouvelle-Galles du Sud, pour servir de dépôt pénitentiaire et resta sous la dépendance de cette colonie jusqu'en 1825, époque à laquelle la Tasmanie fut déclarée colonie indépendante. Elle

possède un gouvernement responsable depuis 1855.

Jusqu'en 1851, Victoria fut sous la dépendance de la Nouvelle-Galles du Sud et n'a un gouvernement responsable que depuis 1855.

L'Australie de l'Ouest, établie en 1825, fut la 4^e colonie du groupe; mais ce n'est qu'en 1890 qu'elle a été dotée d'un gouvernement responsable.

En 1840 la Nouvelle-Zélande devint une colonie anglaise; mais les habitants du pays n'étaient pas aussi pacifiques que ceux de l'Australie et pendant près de 25 ans, ce fut une guerre continuelle entre les blancs et les indigènes. En 1875 le roi des Maoris lit sa soumission à l'Angleterre. Depuis 1853 la colonie a un gouvernement responsable.

Queensland est un enfant de la Nouvelle-Galles du Sud; il en fut séparé en 1859 et obtint un gouvernement responsable.

Toutes ces colonies s'administrent elles-mêmes; la mère patrie y a bien peu d'influence; elle entretient une escadre, mais déjà plusieurs colonies ont un commencement d'escadre coloniale. Un seul fonctionnaire est payé par elle, c'est le directeur de la Monnaie. Les gouverneurs de chaque colonie sont, en dehors de cela, les seuls fonctionnaires nommés par la Reine; mais les traitements sont payés par les colonies. Le temps n'est probablement pas éloigné où les Etats-Unis de l'Australasie se sépareront de l'Angleterre. Il y a déjà eu un essai pour l'établissement de ces Etats-Unis en 1881; mais c'est cette année 1891, qu'une Convention réunie à Sydney a posé les bases d'une nouvelle constitution; l'Angleterre ne perd pas complètement encore ses colonies; mais le seul lien qui les rattacherait à elle serait la nomination par la Reine d'un gouverneur général payé par les Colonies, gouverneur sans pouvoir, puisque le ministère fédéral serait responsable devant le Parlement.

Seulement il est peu probable que la fédération se fasse actuellement, les Colonies, les uns protectionnistes, les autres libre-échangistes, ont des intérêts trop différents pour s'entendre en ce moment.

Le développement de la population de l'Australasie depuis le début des colonies est étonnant par sa rapidité :

En 1788 il y avait une population de.....	1 030
1801.....	6 508
1821.....	35 610
1841.....	231 000
1861.....	1 266 432
1881.....	2 822 046
1888.....	3 692 803

L'augmentation énorme de 1841 à 1861 est due à l'immigration causée par la découverte de l'or en 1851.

Voici l'augmentation successive de la population dans les principales villes.

	1841	1861	1881	1891
Melbourne	4 479	139 916	222 947	480 000
Sydney	10 815	93 686	224 211	397 000
Adélaïde	6 107	18 303	103 864	150 000
Brisbane.....	829	6 051	31 109	91 000

Il y a, en plus, environ 200 000 indigènes noirs qui, en général, n'ont pas le droit de venir dans les grandes villes.

Presque tout le mouvement scientifique de l'Australie se produit à la Société Royale de Sydney; après des vacances de quatre mois, elle vient de reprendre le cours de ses séances et de nommer son bureau pour 1891-92. Le nouveau président est M. Russel, l'astronome distingué, directeur de l'observatoire de Sydney. Dans son adresse, le président sortant, M. Leibius, directeur de la Monnaie, fait une revue des événements scientifiques intéressant l'Australie pendant l'année qui vient de s'écouler. Il parle d'abord de l'expédition Lindsay, partie avec quatorze personnes, il y a peu de temps, d'Adélaïde, sur la côte sud, pour aller explorer

le Continent australien dont l'intérieur est presque totalement inconnu. C'est ensuite le projet d'expédition au pôle sud, sous les auspices de la Suède et de l'Australie et sous la direction du baron Nordenskiöld. En 1886, le baron de Muller, le célèbre botaniste, Président de la Société de Géographie de Melbourne, a attiré l'attention sur les bénéfices que l'Australie retirerait d'une expédition antarctique. En 1887, l'Angleterre rejeta une proposition du Gouvernement de Victoria qui lui demandait de donner 125 000 francs pour cette expédition, à la condition que le gouvernement de Victoria fournir une somme égale pour une entreprise qui devait donner une certaine impulsion au commerce des colonies australiennes et à la science.

Le gouvernement impérial de Londres refusa, parce que la première raison ne justifiait pas un subside du gouvernement impérial et que 250 000 francs, c'était une bien petite somme pour faire une expédition scientifique sérieuse. Les choses en étaient là lorsque, le 4 mars 1890, le Consul de Suède a été chargé de proposer de la part du baron Oscar Dickson de Gothenburg, une expédition suédo-australienne antarctique, sous la direction de Nordenskiöld. Il demandait que l'Australie donnât 150 000 francs, c'est-à-dire la moitié de la somme nécessaire, le baron Dickson payant l'autre moitié. Cette proposition a été accueillie avec enthousiasme; mais, malgré cela, jusqu'à ce jour, la souscription publique qui devait couvrir les 150 000 francs ne s'élève même pas à 25 000 francs. En ce moment, le Dr Wild, ancien membre de l'expédition du *Challenger*, fait des conférences pour montrer les résultats avantageux que l'expédition aurait pour l'Australie et essaie de récolter l'argent nécessaire; on espère, en outre, que les gouvernants donneront des subsides, mais l'expédition qui devait quitter la Suède en juillet 1891, Melbourne en septembre, et la terre la plus près du pôle Sud, l'île Macquarie, en octobre, ne pourra pas partir cette année, l'été antarctique s'étendant d'octobre à février.

Le ministre des Mines et de l'Agriculture, M. Sydney Smith, vient de fonder une direction de l'Agriculture à la tête de laquelle M. Anderson, le nouveau directeur, vient de placer un état-major scientifique composé d'un chimiste, d'un entomologiste, d'un expert en pathologie végétale, enfin d'un inspecteur de l'agriculture, ancien élève du laboratoire des fermentations dirigé par M. Duclaux à Paris. Avec ces hommes compétents à sa tête, on espère que l'agriculture, qui est encore dans son enfance en ce pays pastoral, prendra un rapide développement, étant données la richesse du sol et l'excellence du climat. Au près du même ministère vient d'être installée une direction des forêts, chargée d'empêcher la destruction d'une des grandes richesses de ce pays.

Adrien LOIR,

Directeur du *Posteur Institute of Australia*

Errata concernant l'article de M. E. GLEY, dans la *Revue* du 30 juillet 1891.

P. 469, note 2, ligne 3, au lieu de : *un rapport*, lisez : *ses rapports*.

P. 469, note 2, ligne 5, après : *aussi*, ajoutez : *Cyr*.

P. 470, note 3, au lieu de : 1886, lisez : 1866.

P. 474, 6^e alinéa, ligne 2, au lieu de : *transfuse*, lisez : *centrifuge*.

P. 475, 1^{re} colonne, ligne 2, au lieu de : *transfusé*, lisez : *centrifugé*.

P. 475, 2^e colonne, ligne 14, au lieu de : *n'apparaissant*, lisez : *n'apparaît*.

P. 475, 2^e colonne, ligne 16, au lieu de : *pouvait*, lisez : *pouvant*.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

MÉCANISME DE L'ACTION DES ANESTHÉSQUES

Les anesthésiques généraux entravent, suspendent ou suppriment une fonction fondamentale, dont le libre exercice est indispensable à l'entretien des mouvements moléculaires intimes, qui caractérisent toute substance vivante, quelle que soit d'ailleurs sa forme ou son origine. Si l'on place, comme le fait Claude Bernard, des graines sur du coton humide, sous une cloche renfermant des vapeurs d'éther ou de chloroforme, à une température égale à celle qui favoriserait la germination dans les conditions ordinaires, elles resteront à l'état de vie latente tant qu'elles seront en présence de l'agent anesthésique; mais dès qu'elles auront été soustraites à son influence paralysante les phénomènes de germination commenceront et suivront leur marche régulière. Pour qu'une graine germe normalement il lui faut : 1^o de l'eau, 2^o de l'oxygène, 3^o une température convenable. On peut s'assurer par l'expérience que ce n'est pas l'action de la chaleur qui est modifiée, ni celle de l'oxygène qui est suspendue par la présence de l'agent anesthésique, le phénomène de la respiration continuant au sein du protoplasma alors même qu'il est déjà anesthésié. On est en droit de se demander alors si ce n'est pas l'absorption et la fixation de l'eau qui est en cause. L'imbibition ou mieux l'hydratation est la condition initiale de la reprise d'activité des phénomènes vitaux dans la graine qui va germer et la respiration ne se ranime que lorsqu'elle a été satisfaite. Le rôle de l'eau est donc dans la graine plus important que celui de l'oxygène; on pourrait en dire autant d'ailleurs pour tous les êtres vivants.

Qu'il s'agisse d'une graine ou d'une spore microscopique, l'oxygène et la chaleur seront impuissants à la faire germer ou développer sans le concours de l'eau et la dessiccation produira le même effet que la vapeur anesthésique. Seulement, étant anesthésiée, elle pourra rester inerte même en présence de l'eau, dans l'état de vie latente. On a pu conserver ainsi pendant longtemps des végétaux inférieurs dans l'eau légèrement chloroformée : ils ne reprenaient leur vitalité que lorsque le chloroforme s'était complètement éliminé du liquide par évaporation. L'activité des nombreux ferments figurés peut être de même suspendue par les anesthésiques généraux; sous l'influence de l'éther, du chloroforme, de l'alcool et d'autres composés chimiques analogues, les globules de la levûre de bière, par exemple, tombent dans une sorte de vie latente, même en présence d'une surabondance de matière fermentescible ou nutritive. C'est pour cette raison que les anesthésiques généraux sont souvent considérés comme des antiseptiques. L'alcool ordinaire, comme le chloroforme est un antiseptique : il est aussi un anesthésique puissant quand il est introduit dans l'organisme en quantité suffisante et le mécanisme de l'intoxication est dans les deux cas absolument comparable.

Beaucoup de composés organiques sont doués de cette action stupéfiante sur les êtres vivants, quel que soit le degré qu'ils occupent dans la série végétale ou animale et c'est à ces poisons que l'on doit réserver exclusivement le nom d'anesthésiques généraux.

I

Bien qu'ils soient loin d'appartenir tous au même groupe chimique et qu'ils soient au contraire représentés par des types très différents au point de vue de leur composition et de leur structure moléculaire (alcools, éthers simples ou composés, aldéhydes, composés chlorés de carbures d'hydrogène, carbures d'hydrogène, etc.), les anesthésiques généraux n'en possèdent pas moins un ensemble de propriétés organoleptiques et physiques communes qui leur donnent comme un air de famille. Ils sont incolores et odorants, possèdent une saveur piquante et produisent lorsqu'on les applique sur les muqueuses une sensation de chaleur plus ou moins brûlante. Ce sont des liquides mobiles, volatils, doués en général d'une tension de vapeur d'autant plus grande et d'une solubilité dans l'eau d'autant moindre qu'ils sont plus anesthésiques. Ils sont dysosmotiques, c'est-à-dire qu'ils traversent difficilement les membranes organiques; leur chaleur spécifique est très inférieure à celle de l'eau, et généralement d'autant moins élevée qu'ils sont plus actifs. Mais aucune de leurs propriétés n'est aussi caractéristique que l'action qu'ils exercent, tous sans distinction, outre leur pouvoir anesthésique, sur le protoplasma animal ou végétal. Si l'on suspend dans un vase *bien bouché*, au-dessus de ces liquides volatils, un fragment d'un parenchyme végétal dense, c'est-à-dire pauvre en lacunes aérifères et en vaisseaux aériens, comme celui d'une feuille de cactus, on ne tardera pas à voir sourdre à sa surface de nombreuses gouttes de rosée qui iront en grossissant de plus en plus jusqu'à ce qu'elles tombent au fond du liquide occupant la partie inférieure du récipient.

L'expérience peut être rendue très saisissante en plaçant sous une cloche fortement suiffée et *bien adhérente* à son support un pied d'*Echéveria* (fig. 1),



Fig. 1. — Etat des feuilles de l'*Echéveria* avant l'action des vapeurs anesthésiques.

petite Crassulacée commune dans nos jardins, à côté d'une capsule remplie d'éther. Au bout d'une

heure, quelquefois plus tôt, si la température ambiante est voisine de 20°, les feuilles de la petite plante se montrent toutes chargées de grosses gouttes de rosée; leur couleur est devenue plus foncée et leurs feuilles dressées au début de l'expérience, ont pris l'attitude penchée qu'affectent certaines plantes sommeillantes pendant la nuit (fig. 2). Si on les pèse après les avoir essuyées,



Fig. 2. — Feuilles de l'*Echéveria* après l'action de la vapeur anesthésique; elles sont abaissées et couvertes de grosses gouttelettes d'eau.

on constate que leur poids a notablement diminué et qu'une petite quantité d'éther est venue prendre la place de la masse d'eau chassée au travers de l'épiderme des feuilles, malgré la résistance assez forte offerte par celui-ci.

Lorsqu'au lieu de végétaux denses on emploie des végétaux riches en trachées ou en lacunes aériennes, le phénomène peut passer inaperçu, parce que dans ce cas l'eau chassée du protoplasma des cellules ne s'écoule pas à l'extérieur; la teinte particulière que prennent les parties vertes rappelle alors celle des feuilles gelées et indique seule parfois le changement qui s'est opéré dans leur profondeur¹.

Ces vapeurs anesthésiques provoquent d'ailleurs des modifications intimes des tissus tout à fait comparables à celles qui résultent de l'action de la gelée. Il suffit pour s'en assurer de placer dans un vase bien bouché des oranges au-dessus d'une couche d'éther ou de chloroforme. Les vapeurs anesthésiques traverseront l'épicarpe et l'endocarpe pour aller se substituer à l'eau du protoplasma contenue dans les poils charnus de l'endocarpe. Cette eau devenue libre entraîne avec elle divers produits immédiats, entre autres l'acide citrique et va se déverser dans tous les interstices en donnant à l'orange l'apparence complète d'un fruit dégelé.

On pourrait multiplier les exemples qui démontrent que les anesthésiques agissent comme la congélation sur les tissus en les déshydratant.

¹ Il importe de ne pas confondre les phénomènes de déshydratation dont nous parlons avec la transpiration végétale qui est intimement liée à la fonction respiratoire.

On sait que la congélation est souvent utilisée pour produire chez l'homme l'anesthésie localisée.

Les effets physiologiques du froid et des anesthésiques sont de même ordre, puisqu'ils permettent d'obtenir également l'antiseptie temporaire, la vie latente, l'anesthésie, et qu'ils consistent principalement dans une déshydratation des tissus.

La comparaison peut être poussée plus loin encore. Tout le monde sait que lorsqu'on ébranle mécaniquement un pied de sensitive (*Mimosa pudica*) les pétioles s'abaissent et les folioles se ferment. Cet effet ne peut se produire qu'à la condition que les grosses cellules parenchymateuses qui forment les renflements placés à la base des folioles et des pétioles se flétrissent et ce phénomène ne peut s'effectuer que par le déplacement de l'eau qui gorge leur protoplasma. Or le froid et les anesthésiques produisent le même résultat. On a dit que les vapeurs anesthésiques faisaient perdre à la sensitive sa sensibilité. C'est là une interprétation erronée. Les mouvements de la sensitive provoqués par le choc ne sont pas dus à quelque chose de comparable à la sensibilité neurale, mais bien à un phénomène ayant les plus grandes analogies avec ceux de l'irritabilité musculaire ou de la contractilité. L'abaissement du pétiole produit par l'influence du choc, du froid ou des vapeurs anesthésiques est un phénomène actif résultant de la rétraction des cellules parenchymateuses qui perdent momentanément l'eau de constitution de leur protoplasma. Des expériences que j'ai faites dans le courant de l'automne dernier sur les fruits du *Memordica elaterium*, petite Cucurbitacée commune dans le Midi de la France, prouvent que l'on peut provoquer chez certains végétaux d'autres phénomènes manifestement actifs par l'action de l'ébranlement, du froid ou des anesthésiques. Lorsque le fruit du *Memordica elaterium* approche de la maturité complète, un léger coup frappé à sa surface suffit pour mettre en jeu l'élasticité de son enveloppe qui projette au loin, en se contractant, une fusée liquide renfermant les semences.

Mais on peut cueillir facilement ces fruits, un peu avant le moment de la déhiscence naturelle et les conserver pendant plusieurs jours à l'air libre sans que celle-ci se produise spontanément. Au contraire si on les introduit dans un flacon bien bouché, renfermant des fragments de papier imbibé de chloroforme, d'éther ou de benzine, on provoque très rapidement la déhiscence. L'introduction de ces mêmes fruits à l'intérieur d'un tube plongé dans un mélange réfrigérant donnera lieu au même phénomène. Or, si l'on pratique une coupe transversale sur ces fruits, on constate que parmi les trois couches qui composent leur enveloppe, la couche médiane présente un aspect différent selon

que la déhiscence ne s'est pas produite ou bien qu'elle a eu lieu. Dans le premier cas la couche moyenne, composée de grandes cellules gorgées de sucs, est restée transparente; tandis que dans le second ces cellules sont remplacées par des lacunes aérifères qui donnent à toute l'épaisseur de cette couche un aspect blanc mat caractéristique. On doit donc admettre dans l'exemple que nous citons qu'il y a encore eu mouvement provoqué par la déshydratation d'un protoplasma sous l'influence d'un agent anesthésique.

II

Mais il ne faudrait pas penser que ces phénomènes de déshydratation par les anesthésiques puissent être mis en évidence seulement chez les végétaux. Si, au lieu du tissu parenchymateux d'un cactus, on suspend au-dessus d'une couche d'éther ou de tout autre anesthésique, dans un flacon bien bouché, un fragment de muscle, les vapeurs de ce liquide pénétreront le protoplasma et s'y fixeront en éliminant ici encore une certaine quantité d'eau à l'état liquide. Il en sera de même pour beaucoup d'autres tissus animaux.

Lorsque l'on substitue à ces fragments de tissus des œufs frais, l'affinité des anesthésiques pour les matières colloïdales qu'ils renferment pourra être assez grande pour que l'eau soit chassée de l'œuf par une véritable transsudation au travers de la coquille, qui, dans certains cas, secouvre de gouttelettes, comme les feuilles d'*Echêveria*. Cette dernière expérience donne lieu à une remarque particulièrement intéressante, à savoir que la majeure partie des vapeurs anesthésiques traverse le blanc ou l'albumine de l'œuf pour aller se condenser dans le jaune ou vitellus, comme ferait une substance colorante ayant plus d'affinité pour le noyau de la cellule que pour son protoplasma. Or le vitellus de l'œuf se rapproche davantage par sa composition chimique du tissu nerveux que l'albumine, et il est possible que l'élection particulière des anesthésiques généraux pour le système nerveux chez l'animal vivant ne reconnaisse pas d'autre cause. Cette élection n'est pas absolue et l'action des anesthésiques généraux sur ces manifestations physiologiques des tissus animaux vivants, quelle que soit d'ailleurs leur nature, a été mise hors de doute. Les vapeurs d'éther, de chloroforme suspendent les mouvements rythmiques de la pointe du muscle cardiaque de la tortue, des cils vibratils des cellules épithéliales, des spermatozoïdes; elles arrêtent temporairement les mouvements des globules blancs du sang, des amibes, etc.

Mais lorsqu'il s'agit de démontrer chez l'animal vivant et surtout chez l'homme que leur action est due à un véritable phénomène de déshydratation

protoplasmique, on éprouve de sérieuses difficultés. On sait bien que la dessiccation entraîne chez beaucoup d'animaux, comme chez un grand nombre de végétaux pendant l'hibernation par exemple, l'état de vie latente : les anguilles du blé niellé, les rotifères sont des types d'animaux réviscents. J'ajouterais même que des expériences récentes m'ont démontré que l'on pouvait également provoquer par la sécheresse l'état de vie latente sur des animaux plus élevés en organisation.

Claude Bernard d'ailleurs avait déjà montré que si l'on plonge la patte d'une grenouille dans une solution de sel marin concentrée, on lui fait perdre assez rapidement la sensibilité en enlevant au sang une certaine quantité d'eau par exosmose. Dans ces conditions, l'action déshydratante est assez énergique pour que les milieux réfringents de l'œil perdent leur transparence par la production d'une opacité cristallinienne, c'est-à-dire d'une véritable cataracte. C'est aussi par l'observation de certains phénomènes qui prennent naissance du côté des milieux optiques de l'œil que l'on peut constater la diffusion de l'action déshydratante des anesthésiques généraux sur les animaux supérieurs.

J'ai eu souvent l'occasion d'observer, dans les anesthésies profondes et prolongées chez l'homme et chez le chien, que la cornée perdait une partie de son poli. En examinant ces cornées à l'aide d'un disque kératoscopique muni d'une loupe de Brücke, je n'ai pas eu de peine à reconnaître que cette modification morphologique, qui disparaît au réveil, était due à l'affaissement irrégulier du tissu cornéen d'où il résulte un véritable astigmatisme irrégulier.

Lorsque j'annonçai ce fait, qui cependant avait été vérifié par M. Javal et d'autres observateurs, on parut quelque peu surpris que le chloroforme pût agir sur les milieux de l'œil et principalement sur la cornée, parce qu'il fallait admettre qu'une certaine quantité de ce liquide pouvait s'accumuler dans l'humeur aqueuse. La réalité de ce fait est mise hors de doute aujourd'hui par la constatation que j'ai eu l'occasion de faire récemment en poursuivant l'étude de l'action physiologique des mélanges titrés des composés chlorés de l'éthane. Si l'on fait pénétrer dans l'organisme d'un chien par inhalation du chlorure d'éthylène ou huile des Hollandais, de façon à déterminer une anesthésie de trois quarts d'heure environ, on trouve le lendemain les deux cornées de l'animal opacifiées.

Cette opacité est le résultat d'un véritable œdème cornéen produit par la pénétration de l'humeur aqueuse dans les lames cornéennes. Si l'on s'était borné à cette simple constatation, on aurait pu en conclure que, loin de déshydrater la

cornée, le chlorure d'éthylène avait la faculté de faciliter son imbibition par l'humeur aqueuse. En réalité le mécanisme de cette lésion est plus complexe. Chez le chien les lames cornéennes ne sont protégées contre l'action opacifiante du liquide de la chambre antérieure de l'œil que par une simple couche de cellules épithéliales. La couche élastique anhydre de la membrane de Descemet qui la renforce chez l'homme, le chat et d'autres animaux, fait défaut chez le chien. Quand le chlorure d'éthylène pénètre dans la chambre antérieure, après avoir été introduit dans la circulation par inhalation ou par injection hypodermique, ou bien parce qu'il y aura été injecté directement, les cellules de la couche épithéliale se rétractent en laissant entre elles des espaces par où pénètre l'humeur aqueuse. Celle-ci ne gonfle d'ailleurs les fibres des lames cornéennes que lorsque le liquide de la chambre antérieure a été dépouillé, ainsi que l'animal, de l'agent anesthésique. On peut très facilement se rendre compte du mécanisme de cette lésion en opérant *in vitro* sur une cornée détachée de l'œil d'un chien.

Lorsque cette couche épithéliale est doublée d'une membrane anhydre élastique, on peut provoquer alors, chez le chat par exemple, des anesthésies prolongées par le chlorure d'éthylène sans voir survenir d'opacité cornéenne. C'est pour la même raison que l'on n'a pas observé d'accidents du côté de l'œil chez l'homme dans les anesthésies pratiquées avec la liqueur des Hollandais. L'altération primitive résulte donc en définitive d'une déshydratation des éléments épithéliaux de la face interne de la cornée par un anesthésique général.

Les hypersécrétions salivaires et stomacales qui accompagnent le début de l'anesthésie, la soif, la sécheresse de la bouche que l'ivresse anesthésique laisse après elle, comme l'ivresse alcoolique, sont autant de motifs pour penser que d'autres tissus subissent la même altération que les éléments anatomiques de la cornée.

D'autre part, le phénomène de déshydratation du protoplasme entraîne avec lui des modifications d'un autre ordre. En même temps que l'eau, divers principes immédiats s'éliminent et particulièrement des cristalloïdes, qui ne préexistent pas à l'état libre dans le protoplasme et résultent de dédoublements provoqués par la déshydratation. C'est par un effet de ce genre que l'hémoglobine sous l'influence de l'éther ou du chloroforme abandonne le globule rouge dans lequel elle était à l'état de combinaison intime avec les principes colloïdaux, pour aller cristalliser à l'état de liberté dans un milieu liquide, où cependant elle n'est pas soluble. Il n'est pas sans intérêt de faire remarquer

que dans ce cas encore le froid peut produire les mêmes effets que les anesthésiques généraux.

Ces phénomènes, comme d'ailleurs tous ceux qui se passent au sein des protoplasmes appartiennent à la *mécanisme vitale* ou *biologique*, c'est-à-dire à la physiologie et ne sont explicables ni par les lois ordinaires de la chimie, ni par celles de la physique. On ne devra donc pas les considérer comme des phénomènes *physico-chimiques*, mais bien comme *actes physiologiques*.

III

Mécanisme de l'anesthésie générale dans un organisme différencié. — Au fur et à mesure que le jeu des fonctions se perfectionne, le protoplasme ou sarcode se différencie et les éléments anatomiques qui résultent de cette différenciation prennent une constitution particulière en rapport avec le rôle spécial qui leur est assigné par la loi de division du travail ou du perfectionnement physiologique. Mais, à côté des propriétés spéciales à l'élément différencié, subsistent les propriétés générales qui caractérisent toute substance vivante : la fibre nerveuse ne se contracte pas comme le fait la fibre musculaire ; mais toutes deux respirent et se nourrissent. Or, on conçoit aisément que si les fonctions générales sont entravées ou supprimées, les fonctions spéciales seront atteintes en même temps.

On a vu comment les anesthésiques généraux arrêtaient le fonctionnement de la substance vivante des êtres les plus divers. Nous allons examiner maintenant comment ils se comportent dans un organisme différencié.

Tous les anesthésiques généraux introduits d'une manière convenable dans l'organisme humain y produisent un ensemble de modifications qui, par leur marche et par leur nature, présentent le tableau complet de l'ivresse alcoolique, qui peut servir de type dans ce genre d'intoxication. Leur activité est variable avec leurs propriétés générales qui sont plus ou moins accentuées ; mais on peut dire que tous donnent la même *note fondamentale*.

Ils peuvent même dans certains cas se comporter les uns vis-à-vis des autres comme de véritables succédanés. Si l'on prive brusquement un alcoolique de son poison habituel, on voit survenir des accidents dont l'ensemble constitue ce que l'on a appelé le *delirium tremens*. Ces accidents entièrement différents, je dirai même absolument opposés à ceux de l'alcoolisme aigu, disparaissent rapidement quand on rend à l'organisme sa ration de poison ordinaire. Mais on peut obtenir le même résultat en substituant à l'alcool toute autre liqueur

enivrante, ou mieux encore, si l'on veut agir vite, un véritable anesthésique, tel que l'éther ou le chloroforme. D'autre part les sujets *milthridatés*, c'est-à-dire habitués à supporter des doses considérables d'alcool, exigent pour être endormis des quantités beaucoup plus fortes de chloroforme ou d'éther. On pourrait, en étudiant attentivement ces effets mixtes, dresser pour les anesthésiques généraux, comme pour les autres poisons d'ailleurs, une table de ce que j'ai appelé les *équivalents toxiques*.

L'emploi d'un mélange titré de chloroforme et d'air à 8 ou 10 % ¹ respiré d'une manière continue permet de suivre facilement les diverses phases de l'ivresse anesthésique. Il n'en sera pas de même si l'on ne respecte pas cette condition fondamentale du déterminisme expérimental. J'ai montré (*loc. cit.*) comment la marche de l'empoisonnement chloroformique pouvait varier d'une seconde à l'autre avec le titre du mélange et c'est ce qui explique pourquoi, avant Paul Bert, les expérimentateurs qui s'étaient placés dans des conditions défavorables et forcément variables n'ont pu obtenir de résultats rigoureusement comparables.

Dans l'anesthésie chloroformique continue l'activité des phénomènes de thermogénèse diminue de plus en plus et le corps tout entier se refroidit progressivement, comme dans le sommeil des animaux hibernants. Dans certaines anesthésies prolongées j'ai vu la température centrale du chien s'abaisser de 38° centigrades à 28° et l'animal revenir cependant à la vie malgré cet énorme refroidissement. En même temps l'expérience montre que l'activité de la nutrition est ralentie ; les échanges respiratoires sont moins actifs et le sang artériel, riche en oxygène au début, tend à se charger de plus en plus d'acide carbonique, tandis que ce déchet de la nutrition diminue dans le sang veineux qui traverse le poumon et par conséquent dans l'air expiré dans un temps donné. Dans le système vasculaire la pression s'abaisse au point de n'atteindre plus dans le sommeil confirmé que le tiers de sa valeur primitive.

Tous les troubles observés ne peuvent s'expliquer par l'empoisonnement exclusif du système nerveux bien qu'il soit primitivement atteint et avec une violence qui paraît être en rapport avec son importance physiologique. Si les désordres nutritifs sont en partie le résultat des troubles nerveux que provoque l'agent anesthésique, à son tour l'organisme entier, dont la nutrition est entravée, réagira sur le système nerveux et le

¹ V. Revue générale des Sciences, du 15 juin 1891, t. II, page 553.

cerveau restera inerte, sans idées, sans conscience ni volonté tant qu'il ne recevra pas sous une pression normale le sang qui entretient dans l'état de veille son activité.

Par son action propre sur tous les tissus, par son activité particulière vis-à-vis du système nerveux et par tous les troubles secondaires qui en résultent, on voit sous l'influence de l'anesthésique général succomber successivement toutes les manifestations physiologiques depuis les plus élevées jusqu'aux plus humbles.

IV

Le premier effet de l'ivresse chloroformique sur nos manifestations cérébrales est de faire tomber le voile qui cache notre véritable personnalité, d'où il semble résulter que les facultés supérieures sont ordinairement employées à dissimuler le fond de la pensée ou la nature véritable du caractère. Celui-ci est-il gai, on le verra rire ou chanter dès le début de l'anesthésie. Cet autre est-il violent, il menacera, s'agitiera, frappera.

Un peu plus tard les idées commencent à se dissocier : le cerveau peut encore à ce moment comprendre un ordre et l'exécuter, mais bientôt à cette phase succède celle des erreurs de jugement et c'est la fin de l'intelligence.

Dans cette période nouvelle les sensations sont encore perçues, l'homme sent, il voit, il entend, mais il interprète mal ce qu'il ressent. Passe-t-on par exemple une éponge mouillée sur la peau, il croit que l'opération commence, pousse des cris de douleur ou cherche à se défendre. Certains observateurs ont cru à tort qu'il s'agissait dans ce cas d'une véritable hypéranesthésie alors qu'il n'y a en réalité qu'une illusion. C'est dans cette période surtout, si l'on veut éviter l'agitation du patient, qu'il importe de le laisser dans le repos le plus absolu. Aux illusions viennent s'ajouter de véritables hallucinations ; on entendra le son des cloches, par exemple ; à ce moment la mémoire veille encore, car le souvenir de cette sensation peut persister même après un long sommeil.

Le désordre dans les idées va en s'accroissant de plus en plus et se traduit par celui de la parole, des gestes et des mouvements ; puis de désordonnés qu'ils étaient les mouvements deviennent incoordonnés : c'est après le cerveau, le cervelet qui est atteint, puis le bulbe. Les modifications qui se produisent du côté de ce centre pour être moins profondes, n'en sont pas moins évidentes ; le rythme cardiaque et respiratoire est modifié, mais la respiration continue automatique et régulière, si aucun réflexe ne vient troubler son jeu inconscient.

Le rôle de l'encéphale est maintenant effacé ;

c'est la nuit qui tombe et le sommeil qui commence et si le patient peut encore suivre machinalement des yeux une lumière que l'on promène, la conscience et la volonté ne participent plus à cet acte qui paraît être purement réflexe.

Le cerveau cessant d'ordonner, les membres restent dans l'inaction, tant qu'une excitation extérieure ne vient pas frapper les terminaisons sensitives.

A ce moment la moelle veille encore et si la sensibilité à la douleur est depuis longtemps déjà atténuée, parce qu'elle a son siège dans l'encéphale, la sensibilité tactile est au contraire conservée. Sa persistance est mise en évidence par les mouvements réflexes que l'on peut encore provoquer par les excitations périphériques.

Il est certain que dans cette période les propriétés physiologiques des racines postérieures et antérieures de la moelle, la conductibilité des nerfs et la sensibilité des terminaisons tactiles ne sont pas atteintes et que les centres réflexes fonctionnent encore.

La sensibilité tactile à son tour va disparaître et avec elle les mouvements réflexes.

L'envahissement progressif, qui jusqu'alors avait marché de haut en bas, va suivre une marche inverse et l'activité nerveuse se limite de plus en plus à la région bulbaire et au système nerveux sympathique.

La sensibilité tactile disparaît d'abord dans le domaine des nerfs médullaires (tronc et membres), puis dans celui de la protubérance et du mésencéphale (face) et lorsque l'opérateur peut toucher la conjonctive de l'œil sans provoquer la fermeture réflexe des paupières, il ne reste plus que quelques réflexes obscurs et l'insensibilité peut être considérée comme complète au point de vue chirurgical. Pour obtenir l'incertitude absolue, il ne reste plus qu'un obstacle à renverser : c'est la tonicité musculaire ; ce pas est vite fait et l'anesthésique continuant sa marche envahissante plonge le corps entier dans la *résolution musculaire*.

La vie de relation est éteinte : seule la vie végétative subsiste, surveillée par le bulbe encore actif et par le système nerveux sympathique encore intact.

Tant que persiste cet état, le retour à la vie survient spontanément par la suppression de l'inhalation du mélange titré.

Mais si l'anesthésie est prolongée au delà du temps pendant lequel le bulbe peut résister, la mort survient par arrêt de la respiration, puis du cœur qui est toujours, dans l'intoxication graduelle par le chloroforme, l'*ultimum moriens*, comme dans la mort naturelle. Tous ces phénomènes peuvent être groupés en trois périodes :

1^o Période d'excitation des chirurgiens, qu'il serait préférable d'appeler *période d'agitation* ;

2^o Période d'anesthésie confirmée ou de sommeil ;

3^o Période ultime ou syncopale.

Chacune de ces trois périodes est caractérisée par un état particulier de la pupille et d'une manière si nette que l'on pourrait dire, dans l'anesthésie par les mélanges titrés, que l'œil est à la fois le miroir du corps et celui de l'âme.

Au début de l'inhalation la pupille se dilate légèrement, mais il suffit d'en approcher une lumière pour provoquer immédiatement son resserrement (réflexe rétinien).

Dans la seconde période la pupille est contractée et le réflexe rétinien a disparu.

Enfin la troisième période s'annonce par une dilatation brusque avec absence de réflexe rétinien : c'est le signe certain d'une menace de mort ou d'une syncope respiratoire imminente.

A ces trois phases il convient d'ajouter celle du réveil pendant laquelle la pupille d'abord fortement contractée se dilate lentement, avec réapparition de réflexe rétinien. Le patient rentre alors successivement en possession de ses facultés, qu'il recupère en général dans le même ordre qu'il les a perdues.

Les phénomènes consécutifs sont très analogues à ceux de l'ivresse alcoolique, mais ils se dissipent plus vite : le vomissement pituitaire se présente dans l'une et l'autre de ces deux intoxications ; mais dans l'anesthésie chloroformique régulière par les mélanges titrés, il doit toujours être considéré comme un phénomène de réveil brusque : il manque le plus souvent quand on laisse le patient se réveiller lentement en abaissant le titre du mélange.

Le chloroforme n'est pas décomposé dans l'économie : il s'élimine progressivement par les voies respiratoires dès que cesse l'inhalation.

D'une manière générale son action physiologique se rapproche plutôt de celle des agents physiques que de celle des agents chimiques.

V

Si l'on cherche dans les phénomènes physico-chimiques connus quelque chose de comparable aux faits que nous avons exposés dans la première partie de cet article, c'est seulement dans les curieuses études de Graham sur les matières colloïdales minérales que l'on pourra trouver quelques analogies sans qu'il y ait pourtant identité à proprement parler.

Graham a donné le nom d'*hydrogèles* à des substances colloïdales que l'on obtient en fixant de l'eau sur l'albumine ou la silice. En immergeant un hydrogèle dans l'alcool, ce liquide peut se substituer à l'eau de constitution de l'hydrogèle sans que le composé perde sa consistance gélatineuse ; on obtient ainsi un *alcoogèle*. A son tour l'alcool pourra être chassé par l'éther de la même manière et cette nouvelle opération donnera naissance à un *étherogèle*.

Mais ce qu'il y a de particulièrement remarquable dans les expériences de Graham, c'est que l'alcoogèle pourra être inversement transformé en hydrogèle, s'il est mis en présence d'une *masse* d'eau suffisante.

Dans le réveil du sujet anesthésié il semble se passer quelque chose d'analogue à cette transformation, que le savant physicien anglais n'a pu expliquer que par une « action de masse ».

Dès que l'inhalation chloroformique est suspendue, l'agent anesthésique dissous dans le sang s'élimine par le poumon. Le sang, débarrassé de sa présence, enlève à son tour aux éléments anatomiques le chloroforme fixé par le protoplasma, qui récupère ses qualités premières, sans qu'à aucun moment il y ait eu de véritable coagulation et sans qu'il se soit produit aucune altération de structure appréciable par nos procédés ordinaires d'investigation.

En résumé, ce qui ressort le plus clairement de nos observations et de nos expériences, c'est que l'anesthésie générale n'est qu'un mode particulier de vie latente dans lequel l'eau joue, comme dans les autres, le rôle principal. L'état d'hydratation normal du protoplasme est une condition fondamentale de son fonctionnement physiologique et toutes les manifestations vitales peuvent être suspendues temporairement ou définitivement quand cette condition fondamentale n'est pas satisfaite.

Les faits expérimentaux sur lesquels repose notre théorie du *mécanisme physiologique des anesthésiques généraux* nous paraissent suffisants pour qu'il ne soit pas permis de la considérer comme une simple hypothèse *a priori*. On ne saurait d'ailleurs lui contester le caractère d'une théorie exacte puisqu'elle a permis non seulement d'expliquer les faits connus, mais encore d'en découvrir de nouveaux tout à fait inattendus.

D^r R. Dubois.

Professeur de Physiologie générale et comparée
à la Faculté des Sciences de Lyon.

LA CARTE PHOTOGRAPHIQUE DU CIEL¹

(Suite et Fin).

La Conférence de 1887 avait décidé que pour donner toute l'exactitude désirable au catalogue photographique d'étoiles qui résulterait des mesures faites sur les clichés, on imprimerait sur chacune des plaques, avant de l'exposer à la lumière du Ciel, l'image latente d'un réseau dont les traits, servant de repères, permettraient de découvrir et d'éliminer toutes les déformations subies par la couche sensible dans les opérations successives du développement, du fixage et du séchage. Si, en effet, on mesure, sur un cliché, les distances angulaires des images de deux étoiles, le résultat qu'on obtient ne représente exactement la distance qui sépare les deux étoiles dans le Ciel que si la couche sensible ne s'est pas déformée; or les déformations, s'il y en a, seront accusées par l'image du réseau. En effet, le réseau original, tracé sur une glace de verre argenté, a été étudié avec un très grand soin; on connaît exactement les positions relatives de tous les traits. Chaque plaque, avant d'être exposée au Ciel dans le châssis de l'équatorial photographique, a été mise dans un châssis spécial presque au contact de la face argentée du réseau original et exposée, dans cet état, à de la lumière parallèle; il en est résulté une image absolument fidèle du réseau, image qui s'est développée en même temps que celles des étoiles. On découvrira donc les déformations de la couche sensible en comparant les distances des traits successifs du réseau photographié aux distances correspondantes sur l'original. Or, des études faites sur la demande du Comité permanent, en différents observatoires et par des moyens différents, il résulte que pour une distance, linéaire de 5 millimètres mesurée sur une plaque, la valeur du retrait ou de l'allongement de la couche sensible (car l'un et l'autre se produisent) ne dépasseront jamais la dix-millième partie de la distance, ce qui, à l'échelle adoptée, correspond angulairement à 0" 03 et exprime une limite de précision bien supérieure à celles des pointés. On a néanmoins maintenu l'emploi du réseau; s'il n'y a pas de déformation à craindre, il sera d'une grande utilité pour les mesures. Les traits du réseau formeront, en effet, un grand nombre de systèmes parallèles d'axes rectangulaires auxquels on rapportera les étoiles du cliché, et comme l'équidistance des

traits est fixée à 5 millimètres, on n'aura jamais à mesurer aucune distance supérieure à 2^{mm} 5, d'où les avantages suivants: simplification de l'appareil de mesure, économie de temps, sûreté plus grande des résultats.

Il y avait à résoudre une autre question d'une difficulté extrême. On avait fixé, en 1887, les limites de grandeur des étoiles qui devraient être reproduites sur les clichés; mais on n'avait pas indiqué le temps de pose nécessaire pour atteindre ces limites de grandeur. Il faut dire que la question était alors toute nouvelle et qu'aujourd'hui encore elle est loin de pouvoir être résolue en toute rigueur. Après de longs débats, la Conférence de 1889 vota les deux résolutions suivantes:

a) On adoptera, pour le temps de pose devant donner les étoiles de grandeur 11,0 le produit par 6,25 du temps de pose nécessaire pour obtenir la grandeur 9,0 de l'échelle d'Argelande.

b) Chaque observateur devra s'attacher à obtenir sur ses clichés destinés au Catalogue la grandeur 11,0 déterminée aussi exactement que possible au moyen de l'échelle d'Argelande que l'on prolongera au delà de la grandeur 9,0 par l'emploi du coefficient 2,5.

Quelques explications sont peut-être nécessaires pour bien fixer le sens de ces deux résolutions. On sait que l'œil juge mal les rapports d'intensités lumineuses, mais qu'il apprécie bien les différences d'intensité; que la rétine ne commence à percevoir la différence d'intensité de deux lumières que lorsque cette différence atteint une certaine valeur, appelée valeur *sensible*, et c'est une question de savoir comment, cette limite étant atteinte, l'intensité de la sensation varie avec l'intensité de la lumière excitatrice. Suivant la loi de Weber, déduite de l'observation, toute sensation croît en progression arithmétique lorsque l'excitation croît en progression géométrique. Appliquons ces considérations à la définition précise d'une échelle de grandeur stellaire.

Parmi toutes les étoiles visibles soit à l'œil nu, soit dans une lunette d'ouverture donnée, considérons la plus brillante et la plus faible. Prenons deux axes de coordonnées Ox et Oy ; sur l'axe Ox , portons deux abscisses auxquelles nous ferons correspondre des ordonnées AM et BN proportionnelles aux éclats des deux étoiles considérées. Entré ces deux éclats, on peut concevoir une infinité d'éclats différents. Divisons l'intervalle

¹ La première partie de cette étude a paru dans la *Revue* du 30 août 1891, t. II, page 529.

formé par les extrémités des deux abscisses en n parties égales ; nous obtiendrons $n + 1$ points sur l'axe Ox et n intervalles. Nous pourrions dire que la première étoile est de première grandeur, la plus faible de $(n + 1)^e$ grandeur, et la division de l'intervalle formera une échelle de grandeurs stellaires. Mais cette échelle ne sera définie que lorsque nous pourrions indiquer comment varie l'éclat de l'étoile lorsque nous passons d'une grandeur à la suivante.

Soit p un indice que nous ferons successivement égal à 1, 2, 3, ... $n + 1$; chacune de ces valeurs de p , qui est le numéro d'ordre d'un de nos points de division de l'axe Ox exprime une grandeur d'étoile et à chaque valeur de p correspond un éclat I_p , qui dépend de la valeur de l'indice ; si nous supposons que les grandeurs varient d'une manière continue, nous pourrions concevoir l'éclat I_p comme une fonction continue de l'indice. Il s'agit de déterminer cette fonction.

Soient :

$$p \text{ et } q, \quad p' \text{ et } q' \quad p'' \text{ et } q' \dots \text{etc.}$$

un certain nombre de couples de valeurs de l'indice telles que l'on ait :

$$p - q = p' - q' = p'' - q'' = \dots = \text{const.}$$

L'observation montre, et c'est en cela que consiste, dans ce cas, la loi de Weber, que l'on a :

$$\frac{I_p}{I_q} = \frac{I_{p'}}{I_{q'}} = \frac{I_{p''}}{I_{q''}} = \dots = \text{const.}$$

Il en résulte :

$$\frac{1}{p - q} \cdot \frac{I_p - I_q}{I_p} = \frac{1}{p' - q'} \cdot \frac{I_{p'} - I_{q'}}{I_{p'}} = \dots = \text{const.}$$

Si, maintenant, nous supposons que le nombre des divisions n de l'intervalle AB sur l'axe des x augmente indéfiniment, que p et q soient deux indices successifs, nous pourrions écrire :

$$I_p = I_q = dI \quad p - q = -dp$$

et, par conséquent, nous aurons l'équation différentielle :

$$\frac{dI}{-I dp} = \text{const.} = A$$

en désignant par A la valeur de la constante. On obtient, en intégrant cette équation :

$$\log \text{ nép. } I = -A_p + C$$

la valeur de la constante C d'intégration étant déterminée par l'introduction de la valeur sensible I_0 qui correspond à une sensation nulle, nous

trouverons, en désignant par p_0 la valeur de l'indice qui correspond à l'intensité I_0 :

$$\frac{1}{I_0} = e^{A(p_0 - p)}$$

Ce qui, en posant $e^A = p$, devient :

$$\frac{1}{I_0} = e^{p_0 - p}.$$

de même, pour une étoile d'une intensité différente I' , nous aurons :

$$\frac{I'}{I_0} = e^{p_0 - p'}$$

il en résulte la relation :

$$\frac{I}{I'} = e^{p' - p}$$

entre les éclats des deux étoiles dont les grandeurs sont p et p' . C'est la loi de Fechner, appliquée aux sensations lumineuses.

Le nombre p est la raison de l'échelle de grandeurs ; si l'on donne à p la valeur 2,512 dont le logarithme vulgaire est 0,4, on a l'échelle des grandeurs d'Argelander. La résolution (*b*), rapportée précédemment, signifie donc que dans l'échelle de grandeur adoptée par la Conférence de 1889, on devra considérer le nombre exprimant la grandeur comme augmentant d'une unité lorsque l'éclat diminuera dans le rapport de 1 à 2,5.

Quant à la résolution *a*, on aperçoit immédiatement qu'elle entraîne ces deux conditions :

1° Que le temps de pose nécessaire pour obtenir l'image d'une étoile varie en raison inverse de l'éclat, c'est-à-dire qu'on a la relation :

$$It = \text{const.};$$

mais il n'est pas encore démontré qu'il en soit ainsi rigoureusement ;

2° Qu'on devra photographier d'abord une étoile de grandeur 9,0 pour en déduire le temps de pose permettant d'obtenir les images des étoiles de grandeur 11,0 ; et si t est le temps de pose pour une neuvième, le temps de pose pour une onzième sera :

$$(2,5)^2 t = 6,25 t$$

On voit ce qui reste encore de vague dans ces décisions. Le diamètre de l'image photographique d'une étoile augmente avec la durée de la pose ; il en est de même de l'intensité de cette image. Alors ne peut-on pas se demander ce qu'il faut entendre par ces mots : obtenir l'image photographique d'une étoile de grandeur 9,0 ? Ne faudrait-il pas fixer le diamètre et l'intensité que devra posséder l'image d'une telle étoile ? Mais ici les difficultés deviennent énormes, peut-être insurmontables

dans l'état présent de la science, et nous aurons à revenir sur ce point à l'occasion des travaux de la dernière Conférence du mois d'avril 1891.

Avant d'en finir avec la réunion de 1889, il convient de dire un mot d'une grosse question inscrite au programme de cette réunion et d'un intérêt capital pour l'avenir de l'œuvre; y avait-il lieu de créer un Institut central pour exécuter les mesures, pour les réduire et les publier? Se fondant sur des considérations d'ordre exclusivement scientifique, les astronomes français et un grand nombre de leurs collègues étrangers ont soutenu l'affirmative; mais on a dû reconnaître qu'il n'était pas possible de retrouver sur ce point l'accord unanime avec lequel toutes les autres questions avaient été résolues. La Conférence a jugé prudent d'ajourner toute décision à cet égard et de s'en tenir pour le présent à l'exécution de la carte elle-même, avec cette pensée qui était, qui est encore dans l'esprit de beaucoup de ses membres, qu'un jour viendrait où la création d'un Institut central s'imposerait.

IV. LA CONFÉRENCE DE 1891

Avant de se séparer, les membres de la Conférence de 1889 avaient, d'un commun accord, reconnu que l'entreprise devait désormais sortir du domaine de la spéculation théorique pour entrer dans celui de l'application; qu'il était nécessaire de pousser les préparatifs avec la plus grande activité dans toutes les stations, et que dès le jour où tous les instruments seraient installés, éprouvés, les astronomes coopérant à la carte se réuniraient une dernière fois avant de commencer le travail pour se communiquer les uns aux autres leurs résultats, pour éclaircir en commun les doutes pouvant subsister encore sur quelques points; et pour régler les derniers détails techniques de l'opération.

Cette réunion eut lieu à l'Observatoire de Paris du 31 mars au 4 avril de cette année. La Conférence, après avoir entendu les rapports des directeurs d'observatoires sur leur installation astrophotographique, et sur les résultats obtenus, chargea une Commission de procéder sans délai à un examen approfondi des clichés présentés par les différents observatoires comme épreuves d'essai. Cet examen montra que les qualités optiques de tous les objectifs étaient fort satisfaisantes, et, dans son rapport, la Commission insista sur la parfaite similitude qu'avaient offerte tous les clichés présentés, tant au point de vue de la netteté des images qu'à celui de la grandeur du champ utilisable.

La Conférence régla ensuite deux questions sur lesquelles il ne pouvait y avoir de longs débats,

et relatives l'une au mode d'impression des réseaux, l'autre à la manière dont serait faite l'orientation des plaques dans le châssis photographique.

Sur la première, la Conférence de 1889 avait décidé que le réseau dont il a été fait mention plus haut, et destiné à fournir des repères, soit pour l'étude des déformations de la couche sensible, soit pour les mesures de position des étoiles, serait impressionné sur chaque plaque, par de la lumière parallèle, dans un châssis placé devant l'objectif de la lunette photographique elle-même au foyer de laquelle on aurait placé une source de lumière. Plusieurs membres firent observer qu'il était à désirer qu'on ne préparât pas d'avance un trop grand nombre de copies du réseau, qu'il serait préférable de n'impressionner les plaques par le réseau que dans la soirée même où elles devraient être exposées au Ciel; que, dans ces conditions, on perdrait nécessairement beaucoup de temps, en dispositions préliminaires, à placer la source lumineuse au foyer de l'objectif de la lunette, à installer le châssis à réseau devant l'objectif, pour défaire ensuite ces arrangements et pouvoir procéder au travail photographique proprement dit. Pour ces motifs, la Conférence décida que sa résolution antérieure serait abrogée et remplacée par celle-ci : *le réseau sera impressionné par de la lumière parallèle*, laissant à chacun la liberté de choisir entre ces trois systèmes pour l'impression des réseaux : emploi de la lunette photographique elle-même, emploi d'une lunette spéciale, emploi d'un miroir.

La seconde question, relative au mode d'orientation des plaques dans leur châssis, ne présentait pas non plus de grandes difficultés; mais elle avait une certaine importance, au point de vue des rédactions et des calculs. Il ne s'agissait d'ailleurs que d'une orientation approximative. Bien que, d'après le mode de construction adopté, le châssis maintienne la plaque dans une position à peu près invariable, il est certain que l'orientation définitive et exacte ne pourra être obtenue que plus tard, au moyen des mesures faites sur un certain nombre d'étoiles connues du cliché. Il n'en faut pas moins que l'orientation provisoire de la plaque soit déjà suffisamment approchée afin d'éviter de trop fortes corrections. Or, il avait été convenu que toutes les déterminations de position des étoiles seraient rapportées à l'équinoxe de 1900, et la question à résoudre était celle-ci : orientera-t-on les plaques pour l'équinoxe de 1900, ou bien pour l'équinoxe apparent du jour? Lorsqu'un astronome veut faire, à l'équatorial, une mesure de position, il oriente son micromètre en laissant courir une étoile, en vertu du mouvement diurne, le long du fil de déclinaison, le mouvement d'horlogerie étant

arrêté; et il s'assure que dans ce déplacement l'image de l'étoile ne cesse pas d'être bissectée par le fil. L'astronome qui se prépare à obtenir un cliché de la carte du Ciel procède exactement de la même manière; il met dans le châssis de la lunette une copie sur verre de son réseau; et il oriente le châssis de manière que, dans son déplacement, l'image de l'étoile ne cesse pas d'être bissectée par le trait central du réseau. Mais l'orientation qu'il obtient ainsi est celle qui se rapporte à l'équinoxe du jour; en vertu de la précession, elle diffère de celle qu'il aurait obtenue en 1900 et à laquelle on devra en fin de compte la ramener; elle en diffère d'une quantité qu'il est aisé de calculer, très faible pour les étoiles voisines de l'équateur, mais atteignant une valeur assez grande pour les étoiles voisines du pôle. En conséquence, il fut décidé que pour les zones équatoriales on pourrait se borner à donner au châssis l'orientation du jour, mais que, pour les calottes polaires, il convenait d'adopter l'orientation se rapportant à l'équinoxe de 1900, et les calottes polaires furent considérées comme limitées par les parallèles de 65° de déclinaison.

Le lecteur, curieux de suivre jusqu'au bout et dans tous leurs détails les discussions qui ont eu lieu dans la réunion internationale de 1891, en trouvera l'image assez fidèle dans les procès-verbaux des séances qui seront prochainement publiés sous le patronage et aux frais de l'Académie des Sciences. Il n'y aurait aucune utilité à donner ici une analyse de toutes les questions résolues ou débattues, et nous nous bornerons à en retenir deux, tant à cause de leur importance fondamentale qu'en raison de la longueur et de la gravité des débats qu'elles ont soulevés. Avant d'aborder ces questions, disons seulement qu'en ce qui concerne le mode de reproduction des étoiles de la carte, il fut décidé que l'œuvre garderait jusqu'à la fin son caractère *photographique*, et qu'en conséquence les clichés devaient être reproduits par les procédés de la photogravure, sans aucune intervention de la main humaine.

La première Conférence, celle de 1887, avait, on se le rappelle, établi en principe que deux séries de clichés seraient faites pour tout le Ciel; l'une donnant les étoiles jusqu'à la onzième grandeur et destinée à fournir les éléments d'un catalogue de haute précision, l'autre formant véritablement la carte du Ciel et contenant toutes les étoiles jusqu'à la quatorzième grandeur. M. l'amiral Mouchez, président du Comité permanent, avait proposé, comme mesure d'ordre, de décider que l'on n'entreprendrait la seconde série qu'après avoir accompli la première. Il se fondait: 1° sur ce que la grandeur 11 est actuellement définie d'une manière complète

photométriquement et qu'il n'y a aucune difficulté sérieuse à en donner une définition *photographique*, tandis qu'il n'en est pas encore ainsi pour la quatorzième grandeur; 2° sur l'avantage qu'il y aurait, en faisant les deux séries séparément et commençant par la série à courtes poses, de pouvoir donner, dans un temps relativement court, aux astronomes, le catalogue qu'ils réclament pour les besoins actuels de l'astronomie, et d'arriver ensuite, grâce à l'expérience acquise dans l'exécution de cette première série, à effectuer la seconde dans des conditions bien meilleures. Cette proposition souleva un certain nombre d'objections. Plusieurs membres firent observer qu'adopter cette division du travail serait déroger aux prescriptions de la Conférence de 1887 qui devait toujours être considérée comme la loi fondamentale de l'entreprise; d'autres exprimèrent la crainte de voir ainsi compromise l'exécution de la carte du Ciel, tandis que, dans leur opinion, comme dans celle de M. l'amiral Mouchez lui-même, elle devait être l'objet principal du Congrès. Dans ces conditions, M. l'amiral Mouchez, considérant qu'il y avait un intérêt trop grand à écarter toute espèce de doute et ne pas rompre l'unanimité, jusqu'ici générale dans les votes, s'empressa de se rallier à une proposition de conciliation présentée par plusieurs membres et ainsi conçue :

« Les travaux décidés par le Congrès de 1887, « comprenant deux séries de clichés faites avec « des poses différentes, le Comité permanent, tout « en recommandant aux observateurs de pousser « avec la plus grande activité possible l'exécution « des clichés de la deuxième catégorie (clichés « destinés à la construction d'un catalogue), est « d'avis qu'on devra aussi profiter du plus grand « nombre possible de belles soirées pour faire des « clichés à longue pose de la première série. »

Le principe de la simultanéité des deux séries dans l'exécution était ainsi maintenu; mais le comité exprimait l'espoir de pouvoir construire le catalogue dans un délai assez court pour en faire profiter l'astronomie contemporaine.

Restait l'épineuse question du temps de pose à adopter pour atteindre photographiquement la quatorzième grandeur. Les résolutions votées à cet égard en 1887 et en 1889 ne fournissaient pas aux observateurs des règles suffisamment précises; elles avaient besoin d'être complétées. Les membres de la Conférence s'accordaient tous à reconnaître ce besoin et aussi la nécessité d'assurer la plus grande homogénéité possible dans les résultats du travail qui allait être entrepris; mais sur les moyens à employer pour satisfaire à ce besoin et pour réaliser cette homogénéité, les divergences d'opinion étaient très grandes. Pendant les

deux années qui ont précédé la réunion de 1891, des recherches avaient été faites dans un certain nombre d'observatoires sur la loi de variation du diamètre de l'image avec le temps de pose pour une étoile d'un éclat donné, sur la relation qui existe entre les diamètres des images et les grandeurs optiques d'étoiles d'éclats différents pour un même temps de pose déterminé, enfin sur la relation qui lie entre eux le temps de pose, le diamètre de l'image et la grandeur de l'étoile. On avait trouvé les résultats suivants :

1° Si l'on désigne par δ le diamètre de l'image d'une étoile d'éclat donné, par t le temps de pose et par δ_0 une constante, on aura :

$$\delta = \delta_0 t^\alpha$$

l'exposant α ayant une valeur voisine de $\frac{1}{4}$, c'est-à-dire que le diamètre varierait à peu près proportionnellement à la racine quatrième du temps de pose;

2° m étant la grandeur optique d'une étoile *blanche* (les étoiles colorées doivent être exclues de cette recherche), δ le diamètre de l'image obtenue en un temps de pose donné, a et b désignant deux constantes, on a la relation :

$$m = a + b \log \delta$$

La signification de la constante a est très claire; elle exprime la grandeur de l'étoile qu'on obtient sur une plaque dans un temps de pose donné avec un diamètre égal à l'unité; sa valeur dépend à la fois de la sensibilité de la plaque et du temps de pose; quant à la constante b , elle paraît ne dépendre que de la sensibilité de la plaque;

3° On aurait, entre la grandeur, le diamètre et le temps de pose, la relation :

$$m' = a + b \log \delta + ba \log t$$

α pouvant être pris égal à $\frac{1}{4}$.

Si l'on conçoit que les coefficients a et b aient été déterminés pour des plaques d'une sensibilité donnée, on voit que cette dernière formule permet de calculer le temps de pose qui sera nécessaire pour obtenir l'image d'une étoile de grandeur m avec un diamètre égal à δ . Malheureusement, la valeur des coefficients varie beaucoup avec la sensibilité des plaques¹; si la plaque a été plus ou moins voilée, soit pendant la fabrication, soit au moment d'en faire usage, on n'obtient plus, à beaucoup près, les mêmes valeurs pour le temps de pose. C'est ce qui explique les résultats si différents auxquels on est parvenu. En admettant, par

exemple, que l'image d'une étoile de quatorzième grandeur doive être représentée par un cercle de $\frac{1}{10}$ de millimètre de rayon, on a trouvé, pour le temps de pose, des valeurs variant depuis 1^h20^m jusqu'à 7 heures. Cependant les recherches effectuées dans les différentes observations s'accordaient sur ce point qu'en multipliant le temps de pose par 2, 3, on ne gagne pas une grandeur de l'échelle d'Argelande, comme cela était implicitement supposé dans les résolutions de 1889, mais seulement une fraction de grandeur; les divergences ne portaient que sur cette fraction de grandeur, mais il en résultait des différences considérables dans les temps de pose. Cela suffit à montrer la difficulté extrême de la question qui était à résoudre.

Pour ce qui regarde les clichés de la série à courtes poses, d'une durée probable de 3 à 5 minutes, on avait décidé que la durée du temps d'exposition nécessaire pour obtenir les images des étoiles de la onzième grandeur serait fixée en partant de celui qui convient pour les neuvièmes grandeurs, dont la valeur photométrique est bien connue; et pour cela, le procédé suivant serait employé. On choisira, dans plusieurs régions du Ciel, un certain nombre d'étoiles de la grandeur 9, bien déterminées au point de vue de leur éclat. Supposons la lunette photographique dirigée sur l'une de ces étoiles. Si, devant l'objectif, on place une toile métallique, on réduit l'éclat de l'étoile, et le nombre qui exprime sa grandeur augmente; la finesse de la maille peut être réglée de telle sorte que cette absorption de grandeur soit exactement de 2 unités; l'image vue actuellement dans la lunette, ou impressionnée sur la plaque sensible est identique à celle d'une étoile de grandeur 11. Alors, par des expériences variées, faites dans des conditions atmosphériques moyennes, on cherchera quel est le temps de pose nécessaire pour obtenir, de l'étoile de grandeur 9 ainsi réduite à la onzième grandeur, une image ayant le diamètre jugé suffisant pour les plus faibles étoiles de la série du catalogue. Ces expériences devront être faites par une Commission spéciale.

Mais pour les clichés de la carte proprement dite, il ne pouvait être question d'imposer aux observateurs des durées d'exposition de plusieurs heures; la durée d'une heure semblait une limite qu'on ne pouvait pas raisonnablement dépasser; plusieurs astronomes, principalement du groupe anglais, s'opposaient même à ce qu'on allât au delà de 30 minutes; d'un autre côté, il était moins possible encore d'effectuer dans chaque soirée la détermination des constantes d'une formule; cela eût exigé une série de mesures et de calculs d'une telle longueur qu'il ne serait plus resté de temps

¹ Elle varie aussi, avec la distance zénithale de l'étoile et le degré de transparence de l'air.

pour le travail de la carte, il fallait aboutir. cependant; l'une des séances dut être suspendue; une commission de six membres fut invitée à délibérer sans délai, avec le mandat d'apporter un projet de résolution définitive.

Cette résolution, adoptée par la Conférence, à l'unanimité des voix, est la suivante :

« La Commission, d'un avis unanime, indique « 40 minutes, comme la durée de la pose pour les « clichés de la carte dans les conditions atmos- « phériques moyennes à Paris, et avec les plaques « Lumière actuellement en usage à Paris.

« La Commission des toiles métalliques remettra « à MM. Henry une toile métallique au moyen de « laquelle ils détermineront le temps t , exprimé en « minutes, qui permet d'obtenir les onzièmes gran- « deurs en partant des neuvièmes d'Argelander.

« Alors, pour tous les observateurs qui seront munis « d'une toile identique, le rapport $\frac{40}{t}$ sera le fac- « teur par lequel on multipliera le temps de pose « donnant les onzièmes grandeurs pour obtenir les « étoiles de la plus faible grandeur de la carte. »

Cette résolution est loin d'être parfaite; la Commission qui l'a présentée et la Conférence qui l'a adoptée, le savent mieux que personne; mais elle résout d'une manière pratique une question dont toutes les données ne sont pas encore bien fixées dans l'état actuel de la science; elle a l'avantage d'être celle qui s'écarte le moins des résolutions antérieures, et de laisser à chacun, dans l'exécution, la liberté d'appréciation des circonstances, que tout homme de science a le droit et le devoir de réclamer; elle permet enfin à la plupart des observatoires de commencer leurs travaux. Aussi, M. l'amiral Mouchez pouvait-il, en prononçant la clôture de la Conférence de 1891, adresser à ses collègues les paroles suivantes, qu'on nous permette de reproduire ici :

« Mes chers collègues, je vous remercie profon- « dément de l'honneur que vous nous avez fait en « venant encore une fois et, pour quelques-uns « d'entre vous, de si loin, vous réunir à l'Observa- « toire de Paris. Vous aviez à traiter des questions « difficiles; vous l'avez fait sans apporter ici « d'autres préoccupations que celles de la vérité « et du progrès de la science. Des divergences de « vues se sont produites entre vous sur les moyens, « jamais sur le but. Ces divergences étaient inévi- « tables, elles étaient même nécessaires; elles n'ont « fait que mieux éclairer les questions et n'ont « à aucun moment troublé la cordialité de vos rap- « ports. L'unanimité avec laquelle toutes vos déci- « sions ont été finalement prises est un gage cer- « tain du succès définitif. C'est dans cette pensée « que je déclare terminée la Conférence de 1891, et

« commencée l'œuvre de la carte photographique « du Ciel. »

On ne peut finir cet article sans indiquer le but, et la portée du travail auquel coopèrent, dès à présent, 18 observatoires distribués sur toute la surface du globe¹. Il ne s'agit pas seulement de former un catalogue d'étoiles de comparaison pour les observateurs des astéroïdes, et une carte pour faciliter la recherche des petites planètes. Un pareil catalogue, une telle carte dont l'emploi serait limité à de tels usages, bien que constituant une œuvre importante, ne justifieraient pas, du moins on en pourrait douter, la grande dépense de travail, d'énergie et d'argent que va nécessiter l'œuvre actuelle. Il s'agit surtout d'élever un monument permettant d'aborder l'étude des grandes questions d'astronomie sidérale qui s'imposent déjà aux astronomes contemporains et qui s'imposeront de plus en plus à ceux de l'avenir : distribution de la densité stellaire dans le ciel, disparition d'étoiles, mouvements propres, lois du mouvement de translation du système solaire dans l'espace. Cette dernière question est une des plus grandes qui puissent faire l'objet des spéculations humaines. A deux époques éloignées l'une de l'autre on a déterminé le lieu de la sphère céleste, occupé par une étoile; les observations sont parfaites; les erreurs accidentelles, les erreurs systématiques sont nulles; on a exactement appliqué toutes les corrections instrumentales et celle de la réfraction; les résultats ont été affranchis des effets de la précession, de la nutation, de l'aberration; on doit s'attendre à trouver pour les deux époques, un lieu identique sur la sphère céleste. On trouve au contraire deux lieux différents; la différence augmente avec le temps; l'étoile paraît avoir un mouvement propre. En comparant ces mouvements propres, pour un grand nombre d'étoiles, W. Herschel s'aperçoit qu'ils ne sont pas dirigés indifférem-

¹ La distribution du travail est la suivante :

OBSERVATOIRES	LATITUDE	ZONE EN DÉCLINAISON	NOMBRE DE PLACES
Greenwich.....	+51° 29'	+90° à +65°	1149
Rome.....	+41.51	+61 +55	1040
Catane.....	+37.30	+54 +47	1008
Helsingfors.....	+60.19	+46 +40	1008
Potsdam.....	+52.23	+39 +32	1252
Oxford.....	+51.46	+31 +25	1180
Paris.....	+48.50	+24 +18	1260
Bordeaux.....	+44.50	+17 +11	1260
Toulouse.....	+43.37	+10 +5	1080
Alger.....	+36.48	+4 -2	1260
San-Fernando.....	+36.28	-3 -9	1260
Tacubaya.....	+19.24	-10 -16	1260
Santiago.....	-33.27	-17 -23	1260
La Plata.....	-31.53	-24 -31	1360
Rio-Janeiro.....	-22.54	-32 -40	1376
Cap de Bonne-Espérance.....	-33.56	-41 -51	1512
Sydney.....	-33.52	-52 -54	1400
Melbourne.....	-37.50	-65 -70	1149

ment dans tous les sens, sans aucune loi régulière. S'il les transporte sur une sphère solide qui représente la sphère céleste, il trouve que chaque étoile paraît s'être déplacée sur un grand cercle, et que tous ces grands cercles se coupent en un même point¹. Ce résultat s'explique et devient une conséquence nécessaire, si l'on admet que, les positions des étoiles demeurant fixes dans l'espace, le système solaire s'est transporté vers le point d'intersection commune, que W. Herschel trouva placé près de l'étoile de la constellation d'Hercule. Telle est l'origine des notions actuelles sur le mouvement de translation du système solaire dans l'espace. La vitesse de ce mouvement est du même ordre que celle de la Terre dans sa translation autour du Soleil, et le mouvement paraît, jusqu'à présent, s'effectuer en ligne droite.

La translation doit être, en effet, *a priori*, rectiligne, si l'on admet que les actions subies par les différents corps du système solaire se réduisent aux actions mutuelles qu'ils exercent les uns sur les autres, c'est-à-dire si l'on néglige celles qu'ils reçoivent des corps extérieurs au système. Dans ce cas, la translation découverte par W. Herschel représente, en grandeur et en direction, la résultante

des vitesses initiales qui, avec les forces agissantes, déterminent les mouvements actuels de tous les corps du système. La science actuelle regarde les actions des corps extérieurs comme négligeables, et cela n'est, en définitive, qu'un aveu indirect de son impuissance à les connaître, à les mesurer et à les introduire dans ses calculs. Mais ne peut-on prévoir un état futur de l'astronomie où ces actions des corps extérieurs au système solaire pourront et devront n'être plus négligées, où cette conception qui fait du système solaire un simple élément d'un système d'étoiles, ne sera pas seulement une hypothèse grandiose, mais l'expression d'une réalité prouvée par les faits, où l'on pourra demander aux observations de mettre en évidence une révolution des étoiles de notre système autour d'un centre commun de gravité? Mädler avait déjà fait, il y a 33 ans, une tentative dans ce sens; elle ne pouvait aboutir complètement; mais nos successeurs résoudront sans doute ces questions et beaucoup d'autres encore avec les matériaux si nombreux et d'une authenticité si indiscutable que notre carte du Ciel leur léguera.

Ch. Trépied,

Directeur de l'Observatoire d'Alger

LA SÈVE ASCENDANTE

Jamais aucun sujet de Physiologie n'a été débattu avec autant d'ardeur que le problème de l'ascension de la sève.

Jusqu'au milieu de ce siècle et même au delà, on se contentait de doctrines assez vagues qui reposaient sur l'osmose, sur la capillarité ou sur une force particulière, vitale, qu'on ne définissait en aucune façon, et dont l'application, telle qu'elle a été faite, n'était qu'une téléologie déguisée.

De telles doctrines ne pouvaient subsister à une époque plus récente; cependant il est curieux de noter dès à présent que toutes ces idées ont été reprises, sous une forme plus scientifique, il est vrai, pour l'édification des diverses théories qu'on devait substituer à celle que M. Sachs avait fait accepter partout et à laquelle il est aujourd'hui impossible de ne pas renoncer.

I

1. La théorie d'imbibition de Sachs. — Guidé par

¹ En réalité, par suite des erreurs d'observation, les grands cercles se coupent en des points différents, et le centre de gravité du groupe des points d'intersection doit être regardé comme la position *plus probable* du point d'intersection commun.

des vues théoriques qui ne manquaient ni de grandeur ni d'ingéniosité, M. Sachs a laissé de côté la capillarité proprement dite, l'endosmose et les forces aspirantes et foulantes des cellules vivantes, pour recourir à une autre force moléculaire, proche parente de la capillarité, l'*imbibition*.

Tout corps organisé, dit Nægeli, est composé de *micelles* ou particules de structure cristalline qui attirent l'eau avec une telle force qu'elles s'écartent les unes des autres, et que le corps se gonfle. La *gonflabilité* est le signe certain que le corps est *organisé*. Or l'attraction de micelle à micelle diminue moins vite avec la distance que l'attraction de micelle à eau, de sorte que, le corps gonflable étant en contact avec de l'eau, il ne tarde pas à se produire un état d'équilibre : le corps est saturé.

Prenons donc un corps organisé saturé d'eau d'imbibition et disposons-le de manière à ce qu'en un endroit circonscrit il soit exposé à perdre de l'eau par évaporation, tandis qu'un autre endroit, situé à l'opposé, demeure en contact avec de l'eau liquide, le reste étant recouvert d'un vernis imperméable. Sans détailler le phénomène, tout le monde comprendra qu'un courant d'eau s'établira dans la masse gonflée, de l'eau liquide à l'endroit

exposé à l'air, de telle sorte que, les surfaces étant bien calculées, le corps reste saturé.

Evidemment cela ne suffit pas pour expliquer un mouvement de l'eau qui dépasse très souvent de beaucoup 2 mètres à l'heure.

C'est pourquoi M. Sachs attribue, aux seules parois cellulaires lignifiées la propriété double et peu conciliable d'absorber l'eau avec une très grande énergie et de la laisser circuler dans sa masse avec une très grande facilité.

Ceci étant admis pour le moment, il importe peu de connaître à fond la structure si compliquée du bois; le tronc de l'arbre n'est plus physiquement qu'un échafaudage de lamelles cellulosiennes lignifiées et la sève ascendante ne circule ni dans les vaisseaux, ni de cellule en cellule en traversant les parois cellulaires. A mesure que la partie supérieure du bois perd l'eau enlevée par les cellules transpiratoires, une égale quantité d'eau est absorbée par la base.

Cette théorie dite « *de l'imbibition* » doit son existence uniquement à l'absurdité des théories antérieures; et malgré l'énormité physique qui est en quelque sorte son essence même, cette coexistence d'une grande attraction moléculaire et d'une grande mobilité des molécules attirées, elle a été acceptée et enseignée partout.

2. *Chute de la théorie de l'imbibition.* — Depuis bien longtemps cependant M. Böhm s'était déclaré l'adversaire de la doctrine de M. Sachs; mais il ne pouvait alors apporter ni de bons arguments contraires à la théorie ni surtout une autre théorie plus acceptable.

Déjà Unger et M. Rawenhoff avaient prouvé par des expériences que les quantités d'eau perdue par transpiration et absorbée en même temps par les racines ne sont pas nécessairement égales. En 1876, l'auteur de ces lignes fit de l'absorption de l'eau, dans ses rapports avec la transpiration, l'objet de recherches étendues. Il démontra que, la transpiration augmentant de minute en minute, l'absorption suit d'abord cette augmentation pour se ralentir bientôt et atteindre une valeur qui n'est pas dépassée. Il en résulte que le poids vif d'une plante est essentiellement variable, qu'il diminue lorsque la perte très grande n'est que partiellement équilibrée par l'eau absorbée, grandit au contraire dès que, la transpiration étant fortement diminuée, la quantité d'eau absorbée dépasse les pertes.

L'appareil très simple représenté figure 1 consiste en un flacon A à large goulot C et portant à sa base une tubulure latérale dans laquelle on engage hermétiquement le tube B capillaire et gradué en centièmes de centimètre cube. Dans le goulot

C on mastique hermétiquement une plante, par exemple une bouture de laurier rose. Tout l'appareil étant exactement rempli d'eau, on pèse le tout et on note le numéro de la graduation du tube B



Fig. 1.

auquel est arrêté le ménisque. On expose ensuite la plante à l'air sec, pendant une demi-heure par exemple; on pèse de nouveau l'appareil et on note la quantité d'eau absorbée en relevant la nouvelle position du ménisque dans le tube B. On verra que la plante a perdu beaucoup plus d'eau qu'elle n'en a absorbé. Si on abandonne ensuite la plante dans une enceinte très humide, on constatera au contraire que le laurier rose a absorbé beaucoup plus d'eau qu'il n'en a perdu.

On montre ensuite, à l'aide d'un instrument très sensible, qu'une élévation brusque de la température d'une plante ligneuse se traduit par une diminution momentanée; et, inversement, un abaissement brusque par une exagération de l'absorption de l'eau par les racines. Ce fait n'admet pas d'autre explication que la dilatation, l'augmentation corrélatrice de la pression de l'air contenu dans les éléments du bois, ou l'inverse.

Voilà donc deux faits déjà peu compatibles avec la théorie de Sachs, qui exige l'égalité de l'absorption et de la déperdition.

Peu de temps après, un savant finlandais, M. Elfving, s'attaqua directement à la théorie de l'imbibition. Si l'eau circule dans l'épaisseur des parois, si les cavités cellulaires n'y sont pour rien, la circulation doit continuer dans un tronçon de bois dont toutes les cavités sont injectées de beurre de cacao et par conséquent oblitérées. Le beurre de cacao présente cet avantage qu'il fond aux environs de 25 degrés et prend en se refroidissant une consistance très ferme. Le tronçon de bois ainsi préparé a été trouvé imperméable à l'eau. Les plus fortes pressions n'ont pas suffi pour faire filtrer la moindre gouttelette d'eau à travers la masse des parois cellulaires.

Vers la même époque parut la théorie de la sève ascendante de Böhm, dont je parlerai plus loin.

Ces diverses attaques ont provoqué la publication d'un mémoire de M. J. Dufour renfermant tous les arguments que l'auteur a pu opposer aux adversaires de la théorie de Sachs. L'expérience de M. Elfving ne prouverait que ce fait, facile à prévoir, que les parois cellulaires saturées d'eau refusent d'en absorber, même sous les pressions les plus fortes. Au lieu d'essayer de pousser de l'eau à travers le tronçon de bois injecté de beurre de cacao, il aurait fallu laisser ce tronçon en contact avec de l'eau libre et lui enlever de l'eau de l'autre côté.

Il était facile de corriger l'expérience. J'ai coupé sous l'eau plusieurs rameaux d'un même arbuste. Tous étaient d'abord plongés par leur base dans de l'eau chauffée à 36 degrés environ, puis on en a placé un certain nombre dans du beurre de cacao. Grâce à la transpiration, la matière grasse liquide a pénétré de quelques millimètres dans les vaisseaux du bois; on les a ensuite transportés dans de l'eau froide, où le beurre de cacao s'est figé, formant ainsi un bouchon hermétique dans chaque vaisseau; on a rafraîchi la section à l'aide d'un rasoir et on a placé les rameaux dans l'eau à côté des témoins non injectés. L'expérience est des plus décisives: au bout de quelques instants déjà, les rameaux injectés commencent à se faner; le lendemain ils sont desséchés, tandis que les témoins ont conservé toute leur fraîcheur.

On ne pouvait plus faire qu'une seule objection: la matière grasse, par le simple contact, nuit à la conductibilité de la paroi lignifiée. Je n'ai pas répondu à cette objection, sachant comme tout le monde qu'il est extrêmement difficile, sinon impossible, d'imbiber d'un corps gras une matière saturée d'eau. Il est bon cependant que M. Errera ait songé, beaucoup plus tard, à écarter cette dernière difficulté en substituant la gélatine au beurre de cacao. Le résultat a été exactement le même. Il est donc acquis dès à présent qu'il suffit de boucher les vaisseaux d'une plante dicotylédone sur une très faible longueur pour que l'afflux de l'eau ne puisse pas entretenir la transpiration; il est certain, en d'autres termes, que l'eau se meut dans les cavités cellulaires et non dans l'épaisseur des parois.

Une autre objection est fournie à M. Dufour par des expériences déjà anciennes de Hales. Le savant anglais avait pratiqué sur un rameau d'une plante ligneuse deux encoches contrariées dépassant chacune la moitié de l'épaisseur du rameau (fig. 2). Il est clair que cette opération a pour résultat de couper et par conséquent d'interrompre tous les vaisseaux du bois. Un rameau traité de cette façon ne se fane pas; d'où M. Dufour conclut que les vais-

seaux et, d'une manière plus générale, les cavités cellulaires ne sont pas nécessaires à l'ascension de la sève. Après avoir répété bien des fois cette expérience de Hales sur un grand nombre de plantes ligneuses différentes, toujours avec le même résultat, après avoir constaté en revanche que la double encoche est fatale pour les plantes franchement herbacées qui ne possèdent pas d'autre élément conducteur que les vaisseaux, j'ai pensé que le court chemin oblique que l'eau avait à parcourir pour passer du tronçon *a* au tronçon *b*, et de celui-ci au tronçon *c* n'était pas de nature à opposer à l'ascension de l'eau un obstacle suffisant pour entraîner la fénaison. En effet le liquide doit traverser un certain nombre de cloisons qu'il aurait évitées dans le rameau normal, mais qui n'offrent peut-être pas à la filtration une résistance très grande. Il était facile d'augmenter cette résistance en forçant l'eau à parcourir un chemin oblique beaucoup plus long. Pour cela j'ai commencé par m'assurer que quatre encoches superposées deux à deux et alternativement à droite et à gauche du rameau, n'entraînent pas plus la fénaison que les deux encoches de l'expérience précédente. Puis sur d'autres rameaux des mêmes plantes j'ai disposé les quatre encoches en spirale successivement suivant les quatre faces d'un prisme carré circonscrit au rameau. Un coup d'œil sur les développements du cylindre ci-contre (fig. 3) sur lesquels l'emplacement des encoches est marqué par de simples traits horizontaux tandis que le courant de sève est indiqué par une ligne pointillée, suffit

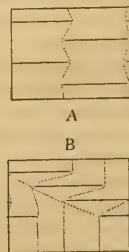


Fig. 3.

pour faire voir que dans le second cas (fig. 3, B) le chemin oblique parcouru par la sève est beaucoup plus long que dans le premier (fig. 3, A) et que le courant doit rencontrer une résistance à la filtration beaucoup plus grande. L'expérience a montré que la grande majorité des rameaux traités de cette manière, se fanent. Il en est cependant, par exemple ceux de Seringat (*Philadelphus*) qui résistent même à cette mutilation. Il est donc évident que le passage de la sève est d'autant plus

difficile qu'on la force à suivre un parcours transversal plus long, ce qui est encore une fois incompatible avec la théorie d'imbibition considérant le corps ligneux comme une masse de cellulose lignifiée dans laquelle l'eau doit pouvoir se déplacer avec une facilité presque égale dans tous les sens.

MM. Francis Darwin et Phillips ont repris cette expérience des encoches; ils l'ont perfectionnée, en ce sens qu'ils ont suivi exactement et au moment même l'effet qu'elles produisent sur l'ascension de la sève. Il suffisait pour cela de mastiquer les rameaux dans un des appareils permettant d'évaluer à chaque instant l'absorption de l'eau; le résultat très intéressant de ces essais a été le suivant: chez les plantes ligneuses dicotylédones, pourvues de vaisseaux dans le bois secondaire, les encoches de Hales entravent considérablement l'ascension de la sève, quoique les feuilles ne se fanent pas, tandis que chez les Conifères qui ne possèdent pas de vaisseaux dans le bois secondaire, l'effet est beaucoup moindre. Maintenant que nous connaissons ce résultat, nous serions presque tentés de dire qu'il fallait s'y attendre; en effet chez les Conifères le courant traverse normalement un nombre incalculable de parois, de sorte que quelques cloisons de plus ne peuvent produire qu'un effet relativement faible; il n'en est pas de même pour les plantes à bois vasculaire, chez lesquelles un petit nombre de cloisons supplémentaires à traverser doivent opposer une résistance très appréciable à côté de la faible résistance que l'eau éprouve dans un système vasculaire.

On voit que l'expérience de Hales, convenablement étudiée et variée, au lieu de soutenir la théorie de l'imbibition, a fini par tourner contre elle. Mais avant d'aller plus loin, arrêtons-nous un instant à la troisième objection de M. Dufour.

Réunis en faisceau, tous ces faits et d'autres encore sont absolument contraires au mouvement de l'eau dans l'épaisseur des parois cellulaires.

Il semble acquis sans contestation possible que l'eau se meut dans les vaisseaux, dans les trachéides, bref dans les cavités cellulaires et que, si elle traverse des parois, ce qui doit arriver souvent, c'est perpendiculairement à leur surface et surtout dans ces endroits minces qu'on appelle les ponctuations. Cependant, chose assez étrange, l'observation directe faisait encore défaut. C'est une lacune que j'ai eu le bonheur de combler en 1883.

On coupe sous l'eau un rameau d'une plante vasculaire quelconque; on en taille la base en forme d'un biseau très allongé; on couche ce biseau dans une forte goutte d'eau sur le porte-objet du microscope; on le recouvre d'une seconde lame de verre et on fixe le tout à l'aide des valets du microscope. Si l'on mêle à l'eau une goutte d'eau

tenant en suspension un fin précipité d'oxalate de chaux, on voit les granules solides pénétrer en tourbillonnant avec une rapidité vertigineuse dans les orifices des vaisseaux du bois; ils s'y accumulent parfois au point de former un bouchon qui finit par être aspiré tout entier avec une grande violence. Ce jeu se continue pendant des heures; il ne saurait donc être question ici d'un courant momentané tel que l'aurait produit l'existence d'un vide partiel dans les vaisseaux. Si l'on coupe la partie feuillée du rameau, le phénomène s'arrête instantanément. Il n'est pas rare de constater qu'un vaisseau absorbé directement de l'eau, alors qu'il est en apparence obstrué par une colonne d'air, il était intéressant de voir ce qui se produirait si la plante ne pouvait pas absorber d'eau. A cet effet j'ai hermétiquement bouché l'extrémité du rameau coupé et j'ai aminci la tige un peu plus haut de manière à voir ce qui se passe dans les vaisseaux. Des bulles d'air de plus en plus nombreuses surgissent partout, finissent par devenir confluentes, de telle sorte que le vaisseau tout entier peut se remplir d'air. Si l'on amène de l'eau, des index liquides ne tardent pas à se former dans les vaisseaux; les bulles d'air diminuent et sont entraînées par le courant dès que leur diamètre devient inférieur à celui du vaisseau.

Cette dernière observation qui n'avait été faite que sur des rameaux coupés a été répétée et confirmée sur une plante enracinée (un *Bégonia*) par M. Capus. Il a suffi pour cela de faire une forte encoche d'un côté de la tige, d'y extirper la moelle, d'amincir le bois de l'autre côté de la tige en regard de l'encoche et de faire les observations à l'aide d'un microscope horizontal.

En présence de faits si nombreux et si précis, il était difficile de défendre davantage la théorie de l'imbibition. Mais le principe lui-même de l'imbibition et de la mobilité de l'eau d'imbibition a été bientôt l'objet de critiques très sévères, notamment de la part de M. Schwendener. Le savant professeur de Berlin ne croit pas qu'il y ait une différence de principe entre la capillarité et l'imbibition. Les lois expérimentales de la capillarité ont été établies pour des espaces directement mesurables; mais si les espaces deviennent plus petits (au-dessous d'un millièbre de millimètre par exemple tout ce qu'on sait, c'est que la force capillaire atteint une hauteur considérable (5 à 6 atmosphères) sans pouvoir établir de rapport entre elle et la grandeur des espaces. Cela doit être d'autant plus vrai pour les espaces intermicellaires des corps organisés. Il est peu important de savoir que le corps imbibé d'eau augmente de volume ou se contracte. On sait que lorsque deux plaques de verre suspendues parallèlement sont rapprochées

à 0^m 005 de distance et qu'on les touche à la partie inférieure avec de l'eau libre, l'eau s'introduit entre elles par capillarité et les deux plaques se rapprochent l'une de l'autre d'une quantité mesurable. Théoriquement le même phénomène se produit dans un tube capillaire : ce tube se rétrécit pendant que l'eau monte. La rigidité des parois du vase ou du corps poreux quelconque ne saurait en aucune façon servir à caractériser la capillarité vis-à-vis de l'imbibition. Tout corps poreux doit diminuer de volume sous l'influence des ménisques concaves de l'eau qu'il absorbe par capillarité ; peu importe que la diminution de volume soit mesurable ou non.

Qu'on empile, par exemple, les unes sur les autres 50 lamelles minces telles que les emploient les micrographes pour recouvrir les préparations et qu'on mouille le bord de la pile à l'aide d'un pinceau chargé d'eau, on observe un raccourcissement de 0^m 004, ce qui fait pour chaque espace 8 μ .

Si l'on imagine maintenant que les espaces capillaires deviennent de plus en plus petits, jusqu'à ce que la portée appréciable de l'attraction entre la paroi solide et l'eau devienne plus grande que la moitié de l'écartement des parois solides opposées, attraction entre le solide et l'eau doit avoir pour effet d'écartier les parois solides ; le corps, autrement dit, doit augmenter de volume quoique les ménisques concaves, après comme avant, tendent à produire une contraction. En diminuant graduellement, les espaces capillaires doivent passer par une largeur à laquelle les deux influences se font équilibre, à laquelle le volume resté constant ; mais au-dessous de cette valeur il y a nécessairement gonflement.

Où est donc maintenant la limite entre l'imbibition et la capillarité ? Y a-t-il imbibition dès qu'il y a un gonflement ? Y a-t-il capillarité tant qu'on aperçoit des canaux préexistants ? Dans le premier cas on couperait en deux une succession de phénomènes parfaitement continue ; dans le second on ferait de la perfection de nos instruments le critérium distinctif. Assurément tout cela est inadmissible.

Quant à la mobilité de l'eau d'imbibition, telle que se la figure M. Sachs, mais qui n'a jamais été observée directement ni même déduite logiquement de faits bien établis, il ne faut pas perdre de vue que la molécule d'eau en contact immédiat avec la paroi solide est immobile et que, si de l'eau se déplace dans un système capillaire, l'eau glisse sur l'eau.

Le frottement augmente d'ailleurs rapidement en même temps que les espaces capillaires diminuent. Lorsqu'il s'agit d'espaces extrêmement petits, comme ceux d'un corps gonflable, la force ca-

pillaire en même temps que la résistance du frottement augmentent des valeurs très grandes. L'une ne va pas sans l'autre.

Concluons donc que l'eau se meut non dans l'épaisseur des parois, mais dans les cavités cellulaires, qu'elle peut circuler librement dans les vaisseaux ou passer d'un élément dans l'autre à travers les parois ; les punctuations, qui ornent ces parois et qui sont autant de fenêtres très perméables, semblent précisément destinées à faciliter ce passage de l'eau.

II

Voyons maintenant quelles tentatives ont été faites pour mettre une théorie acceptable à la place de l'ancienne.

3. *La structure du bois au point de vue physique.* — Avant d'aborder l'étude critique des diverses théories, il est nécessaire de nous faire une idée suffisamment exacte de la structure anatomique du bois.

Le bois de Pin consiste en deux sortes d'éléments, les trachéides et les cellules des rayons médullaires, les premières mortes, les dernières vivantes. Les trachéides sont des cellules prismatiques, allongées, terminées en biseau aux deux extrémités, entièrement closes, assez larges, à section presque carrée et à parois médiocrement épaissies dans le bois de printemps (fig. 4), forte-

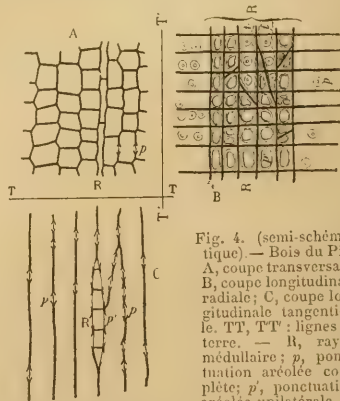


Fig. 4. (semi-schématique) — Bois du Pin. A, coupe transversale; B, coupe longitudinale radiale; C, coupe longitudinale tangentielle. TT, TT' : lignes de terre. — R, rayon médullaire; p, punctuation aréolée complète; p', punctuation aréolée unilatérale, aréolée du côté de la trachéide, simple du côté de la cellule du rayon médullaire.

ment aplaties radialement, et à parois plus épaissies dans le bois d'automne. Toutes les trachéides d'une même file radiale, allant du centre à la périphérie, sont situées au même niveau (B) tandis que les trachéides contigus occupent toujours des niveaux différents lorsqu'on les considère sur une coupe longitudinale excentrique et

perpendiculaire au rayon médullaire; c'est-à-dire parallèle au plan tangent. Les rayons médullaires peuvent être comparés à des murs assez bas, verticaux, dirigés de la périphérie vers le centre sur une longueur variable et composés de cellules parallépipédiques, rectangulaires, superposées en une seule rangée comme les briques d'un mur. Les cellules qui forment les arêtes supérieures et inférieures de ces murs engagés entre les trachéides sont atténuées en biseau. Un coup d'œil sur la figure 4 C montre comment le système continu des trachéides est coupé par ces rayons médullaires. Seules les parois radiales, parallèles aux rayons médullaires, sont marquées de larges punctuations dites aréolées, construites de manière à allier une grande surface mince et très perméable à une grande solidité de la paroi. Si l'on demandait à un ingénieur de construire un plancher à la fois solide et perméable à l'eau, il commencerait par former le plancher solide, il y percerait des fenêtres dans lesquelles il enlèverait des membranes perméables; ce seraient les punctuations simples; mais la perméabilité ainsi réalisée peut ne pas suffire; il serait cependant dangereux d'agrandir purement et simplement les fenêtres perméables; dans ces cas nous construisons de chaque côté du plancher et sur le pourtour de chaque fenêtre une voûte surbaissée percée au sommet, à la place de la clef de voûte. L'eau passe librement à travers ces ouvertures, filtre à travers la large membrane perméable et s'échappe par l'ouverture de la voûte inférieure. Telles sont les punctuations aréolées. Ajoutons que la membrane perméable est extensible et sensiblement épaissie au milieu, de telle sorte qu'elle peut, sous l'effort d'une pression unilatérale, se mouler sur la surface concave de l'une des voûtes en même temps que le milieu épaissi vient obstruer l'ouverture de la voûte. C'est donc par des punctuations semblables, très grandes et nombreuses que communiquent entre elles les trachéides placées côte à côte sur une coupe tangentielle; il n'en existe pas entre une trachéide quelconque et une autre plus extérieure de la même file. Il n'y a donc communication qu'entre des trachéides placées à des niveaux différents. Les punctuations communes aux trachéides et aux cellules des rayons médullaires ne sont aréolées que du côté des trachéides, taillées à pic de l'autre côté. Plusieurs auteurs et tout récemment encore M. Behm, ont admis qu'il doit y avoir dans le bois des Conifères des files verticales des systèmes de trachéides communiquant librement entre elles, non par des punctuations mais par de véritables trous. Je crois qu'il est sage, du moins jusqu'à nouvel ordre, de considérer les trachéides comme des cellules closes.

Chez les Dicotylédones, la structure du bois est plus compliquée. Il y a généralement une différenciation plus avancée des éléments ligneux en éléments conducteurs, vaisseaux et trachéides, et en éléments mécaniques, des fibres très épaissies, le *libriforme* des auteurs allemands. A cela viennent s'ajouter des cellules vivantes à parois assez minces, nombreuses, souvent réunies en un tissu qui traverse le bois sous la forme de larges rubans visibles à l'œil nu sur la coupe transversale, ou localisé aux environs des vaisseaux, les reliant obliquement entre eux et avec les rayons médullaires, d'autres fois isolément dispersées au milieu des autres éléments du bois: c'est le parenchyme ligneux. Les rayons médullaires présentent en principe la même structure et la même disposition que chez les Conifères, mais ils sont plus souvent formés par plusieurs rangées de cellules.

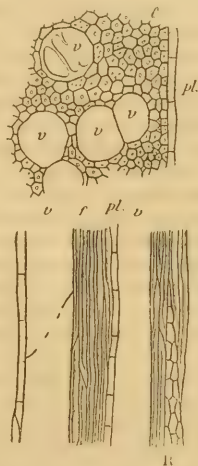


Fig. 5 (schématique). — Coupes transversale et longitudinale tangentielle (parallèle au plan tangent à la tige) du bois d'une Dicotylédone. Les punctuations ne sont pas figurées, sauf quelques-unes dans le parenchyme ligneux, pour montrer qu'on doit voir par ci par là une cloison transversale sur la coupe transversale du bois. — *v*, vaisseaux, l'un deux avec son diaphragme percé de trois trous et qui, étant oblique, a été supposé enlevé en partie par le rasoir (coupe transversale); *pl*, parenchyme ligneux; *r*, files mécaniques du bois; *R*, rayon médullaire; la coupe transversale à travers le rayon médullaire dans sa partie supérieure où il ne consiste qu'en une seule file radiale de cellules.

Les vaisseaux, longs tubes dus à la fusion de cellules superposées en file et dont les parois transversales détruites laissent des diaphragmes incomplets, tantôt réduits à une légère saillie interne, annulaire, tantôt percés de trous ou de boutonnières parallèles; ont les parois longitudinales épaissies intérieurement en forme d'anneaux horizontaux ou de spirale lorsqu'ils se sont déve-

loppés avant l'achèvement de l'élongation de l'organe, ou des parois épaissies et couvertes de ponctuations simples ou aréolées. Ils ne se distinguent des trachéides que par la perforation complète des diaphragmes. Les vaisseaux et les trachéides du bois conducteur sont rarement entièrement remplis d'eau; ordinairement dans le bois frais ils renferment des *chapelets* de Jamin d'air et d'eau et peuvent même, à l'occasion, ne plus contenir que de l'air à une faible pression.

Ces quelques données anatomiques suffiront, je l'espère, pour que le lecteur, peu au courant de l'histologie végétale, n'éprouve pas trop de difficulté à bien comprendre les chapitres suivants.

4. La théorie atmosphérique de Böhm et de R. Hartig; la théorie capillaire d'Elfvig.

Le système conducteur se décompose en deux parties : 1° les tissus parenchymateux formés par des cellules vivantes entièrement remplies de liquides et limitées par des membranes non seulement élastiques, mais encore déformables; 2° le bois, qui consiste en cellules mortes et en vaisseaux pouvant renfermer à la fois de l'eau et de l'air et limitées par des membranes lignifiées et rigides.

Les cellules vivantes du bois n'interviennent pas.

Décrivons d'abord le mécanisme du mouvement de l'eau dans les parenchymes. M. Böhm n'attribue pas à l'osmose le rôle prépondérant que je lui ai assigné plus haut; il croit au contraire que la paroi cellullosienne, perméable à l'eau, imperméable à l'air gazeux, suffit pour expliquer la transmission de la succion qui résulte de l'évaporation de l'eau à la surface des cellules transpiratrices. Une cellule donnée, perdant de l'eau, diminue de volume; sa paroi se rétrécit, se gauchit même; mais elle tend à reprendre son volume primitif; elle exerce donc une succion sur une cellule située plus profondément; celle-ci abandonne de l'eau à la première, diminue de volume; sa paroi tend à reprendre la forme primitive et ainsi de suite de proche en proche. L'ascension de l'eau dans un système semblable serait donc une résultante de l'élasticité des parois cellullosiques et de la pression atmosphérique.

Il n'en est plus de même dans le corps ligneux. Soient (fig. 6) V un vaisseau, CC des files de cellules placées à droite et à gauche et contiguës au vaisseau, le tout à parois rigides. La transpiration active dont les parenchymes superficiels sont le siège a transmis sa succion jusqu'au vaisseau et aux cellules; de l'air gazeux devient libre (a); pendant que le vaisseau se remplit d'un *chapelet* de Jamin qui ne peut plus être déplacé en bloc, chacune des cellules montre bientôt une bulle d'air

qui en occupe sensiblement le centre. Il est clair que les bulles d'air seront d'autant plus grandes et à une pression d'autant plus faible qu'elles sont plus proches du sommet¹. Le parenchyme prend-il de l'eau aux cellules 1 et au vaisseau; le volume de l'eau diminue dans ces éléments; par conséquent les bulles d'air qu'ils renferment grandissent et diminuent de pression. Il en résulte que la pression de l'air est plus forte dans les cellules 2 et dans la bulle a que dans les cellules 1; de l'eau sera donc chassée de ces cellules et du vaisseau dans leurs voisines supérieures, mais alors les bulles d'air grandissent, leur pression diminue et ainsi de suite. L'eau suivra d'élément en élément, de 1 et de 3 en 2, de 11 et de 4 en 3, etc., le chemin indiqué par les flèches. Ce travail se continue jusqu'aux racines où d'une part la poussée osmotique peut déjà fournir de l'eau, où d'autre part la pression atmosphérique, pesant sur l'eau du sol, peut faire pénétrer de l'eau par un mécanisme analogue à celui dont nous avons étudié les principes tout à l'heure. Dans le système ligneux à parois rigides, l'élasticité de l'air inclus remplace mécaniquement celle des parois cellulaires

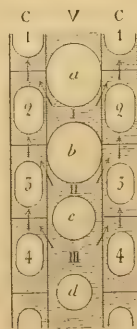


Fig. 6.



Fig. 7.

des tissus parenchymateux. Les *chapelets* de Jamin dans les vaisseaux, la résistance à la filtration opposée par les parois lignifiées des cellules empêchent la colonne liquide de descendre; la pression atmosphérique morcelée quant à son

¹ On peut se rendre compte de la faible pression de l'air inclus dans les vaisseaux en coupant un vaisseau sous le mercure : si l'on force ce vaisseau longitudinalement, on trouve les vaisseaux injectés sur une assez grande longueur. (Expérience de M. Von Hehnell).

action, depuis les racines jusqu'aux feuilles, où l'on peut admettre l'existence du vide de Toricelli dans les vaisseaux, est le moteur. Les diverses parcelles d'eau pèseraient donc sur les parois cellulaires, ne se sommeraient pas en une colonne continue, et l'eau serait chassée de cellule en cellule, de cellule en vaisseau, de vaisseau en cellule par des différences de pression de l'air inclus.

Les idées exposées par M. Elfving présentent trop d'analogie avec celles que je viens d'exposer pour que je ne leur consacre de suite quelques mots. Nous en discuterons la valeur en même temps que nous critiquerons la théorie de Böhm.

Si l'on tâche de voir dans l'espace la distribution de l'eau et de l'air dans un groupe d'éléments ligneux, on peut arriver à deux résultats différents : ou bien les petites masses d'eau, abstraction faite des cloisons perméables qui les coupent, sont suspendues isolément à l'intérieur des corps ligneux comme le seraient des gouttes séparées les unes des autres ; ou bien ces masses d'eau sont arrangées de manière à constituer par leur réunion un fil d'eau ou plusieurs fils d'eau allant de la base au sommet de l'arbre. Remarquons bien qu'il ne s'agit pas ici d'hypothèses, mais que nécessairement l'un ou l'autre cas, peut-être tous les deux se présentent.

Or le fil d'eau continu est la condition « *sine qua non* » des théories de MM. Böhm et Elfving de forme ondulée (fig. 7) ; il consiste en particules d'eau dont chacune est limitée en haut et en bas par une bulle d'air ; les bulles d'air portent même les index d'eau et M. Zimmermann a démontré par l'expérience que les bulles d'air peuvent porter une colonne d'eau qui équivalait à la sixième partie de l'ascension capillaire. Chaque index d'eau est donc en équilibre, n'exerce aucune pression de haut en bas ; il a, en quelque sorte, perdu son poids. Un pareil système peut donc s'élever à une hauteur quelconque.

L'analogie avec le système de Jamin, qui ignorait malheureusement la structure du bois, est évidente. Comme dans le corps poreux que ce physicien employait, nous avons affaire à des fils d'eau portés par des bulles d'air. Il est vrai que les espaces capillaires de l'appareil de Jamin sont beaucoup plus fins que ceux du bois ; mais ceci n'est que d'une importance secondaire ; la nature de la surface évaporante est au contraire très importante ; si cette surface est assez dense pour que l'air ne puisse pas la traverser, les espaces capillaires peuvent présenter une structure quelconque. Mais dans la plante, non seulement la surface transpiratrice satisfait à ce desideratum, mais encore le fil d'eau est coupé par d'innombrables

cloisons perméables à l'eau et imperméables à l'air gazeux.

Passons maintenant aux objections qui ont été faites à ces théories.

Les fils d'eau dont parlent M. Böhm et M. Hartig sont suspendus au ménisque supérieur. Mais au-dessus de ce ménisque supérieur est une bulle d'air d'une pression très faible, mettons même une bulle de vide. Si donc les tubes qui constituent le bois n'étaient pas capillaires, la pression atmosphérique ferait monter l'eau à 10 mètres de hauteur ; comme ils le sont, il faut y ajouter l'ascension capillaire ; soit au maximum 4 mètres, ce qui donne pour la hauteur maxima de l'arbre 14 mètres.

On accordera volontiers, je pense, que le système de M. Böhm ou de M. Elfving, une fois suspendu dans le corps ligneux, peut s'y maintenir en équilibre grâce à la résistance à la filtration qu'opposent les innombrables cloisons qui coupent le fil d'eau. Les bulles d'air n'y sont plus pour rien, car il est indifférent que le fil d'eau soit rectiligne ou onduleux, il n'en tendra pas moins à descendre. La différence entre le système d'Elfving et celui de Jamin, réside en ce que les particules solides de Jamin y sont remplacées par des parois éminemment perméables qui font en quelque sorte elles-mêmes corps avec le fil d'eau. Mais la résistance qui s'oppose à la descente de la colonne liquide est nécessairement la même qui s'oppose à son ascension si une force quelconque vient solliciter la colonne dans cette direction : mouvement perpétuel.

Telle est l'objection faite, je ne dis pas par quelques-uns, mais par la grande majorité des auteurs qui se sont occupés de la question. Est-elle inattaquable ? Je n'oserais le soutenir. On a peut-être grand tort de faire intervenir la pression dans les affaires de capillarité. Il y a un fil d'eau suspendu en équilibre dans un système quelconque. Si nous tirons sur ce fil d'eau, il suit tout entier ; la limite est donnée non par le poids du fil qui n'existe plus, mais par le frottement et la résistance à la traction du fil, résistance qui est d'autant plus grande que l'eau est parfaitement purgée d'air dissous.

C'est évidemment vers cette dernière conception que penche le schéma de M. Elfving. Ce savant ne se préoccupe pas de la pression de l'air ; il ne fait agir que la capillarité seule et croit que le corps ligneux est un système capillaire perfectionné comparable à celui que Jamin a réalisé en foulant dans un tube divers corps pulvérulents.

M. Böhm admettait que la pression de l'air inclus, très faible au sommet de l'arbre, était de plus en plus forte à mesure qu'on approchait de la

base, mais que même à l'extrémité des racines elle était encore au-dessous de l'atmosphère. Cette différence était à ses yeux la principale cause de l'absorption de l'eau. Quant à l'osmose, elle lui semblait trop lente dans ses effets pour qu'on pût se dispenser d'y recourir.

R. Hartig, au contraire, donne à la poussée des racines une importance dominante. Il admet en outre pour le mécanisme de l'ascension à l'intérieur du bois une modification du schéma de Böhm. Ce seraient bien les différences de pression aérostatique qui chassent l'eau de trachéide en trachéide, mais à l'intérieur de chacune de ces cellules l'eau monterait en vertu de la capillarité; il ne dit pas comment.

Ce sont là, brièvement caractérisées, les diverses doctrines proposées par ceux des auteurs qui admettent que les forces en jeu sont purement physiques. Je me réserve cependant d'en citer encore deux autres plus récentes, l'une due à M. Böhm et qui a été publiée récemment, l'autre que j'ai proposée moi-même il y a trois ans et que je puis aujourd'hui appuyer sur des expériences nouvelles.

En résumé, à toutes celles que je viens de décrire, on a reproché d'être contraires au principe de la conservation de l'énergie.

III

5. *Les théories physiologiques de Westermaier et de Godlewski.* — M. Westermaier fait remarquer que chez un grand nombre de Dicotylédones le bois composé de vaisseaux, de trachéides, de fibres, tous éléments anatomiques morts, est parcouru par deux sortes de tissus vivants, les rayons médullaires qui se dirigent de la périphérie à la moelle et le parenchyme ligneux touchant par ci par là aux vaisseaux, aux trachéides et en d'autres endroits aux rayons médullaires. Le bois renferme donc une sorte de réseau irrégulier et vivant qui enlace les éléments morts. Supposons maintenant que les vaisseaux renferment des *chapelets de Jamin* immobiles, et qu'un index d'eau occupe précisément l'endroit où le vaisseau confine à du parenchyme ligneux; ce tissu vivant absorberait de l'eau puisée dans le vaisseau et la transmettrait de proche en proche et par l'intermédiaire d'un rayon médullaire à un autre vaisseau, mais à un niveau plus élevé. Cette propriété des tissus vivants d'absorber de l'eau et de rendre de l'eau à un niveau plus élevé serait assurément fort étrange; mais les parenchymes de la racine sont certainement dans le même cas: il y a donc un précédent. Autre chose est de savoir si ce mouvement osmotique, d'ailleurs purement hypothétique, car il ne

repose sur aucune observation, est assez rapide pour expliquer l'ascension de la sève. M. Westermaier a essayé de s'en rendre compte à l'aide de la moelle vivante de quelque grande plante herbacée et qu'il a d'abord laissée se faner pour la plonger ensuite par une extrémité dans l'eau; il a noté le temps nécessaire pour que l'autre extrémité reprit sa turgescence. Le résultat a été peu encourageant. On a encore reproché à la théorie de M. Westermaier de ne pas s'appliquer aux Conifères qui ne possèdent pas de parenchyme ligneux proprement dit et chez lesquelles, par conséquent, les rayons médullaires ne communiquent point entre eux par des tissus vivants. On trouverait aisément d'autres bois qui manquent de parenchyme ligneux ou dont ce tissu est trop disséminé pour former des chaînes continues.

M. Godlewski n'a pas recours au parenchyme ligneux; il s'en tient aux Conifères dont il décrit soigneusement le bois, nous montrant qu'une cellule de rayon médullaire observée sur la coupe transversale confine à gauche et à droite à deux trachéides placées à des niveaux différents. Il suffirait donc que cette cellule puisât de l'eau dans la trachéide inférieure et la déversât dans la trachéide supérieure pour qu'elle fût comparable à une sorte de cœur, à une pompe aspirante et foulante. Autant de cellules de rayons médullaires, autant de moteurs. Pour que cela fût possible, il faudrait que la perméabilité du protoplasma se modifiât périodiquement et très vite, afin de réaliser les deux soupapes d'arrivée et de départ sans lesquelles la pompe ne pourrait pas fonctionner.

Que d'hypothèses! Même quand ces cellules seraient douées de cette merveilleuse propriété, il serait facile de démontrer que l'eau ne monterait en aucune façon. Il est vrai que les trachéides placées à droite et à gauche d'un rayon médullaire appartiennent à des niveaux différents; entre deux rayons médullaires il y a de nombreuses files de trachéides qui communiquent facilement entre elles par les punctuations aréolées; or toutes ces files de trachéides sont disposées à des niveaux différents. La cellule vivante doit puiser à gauche, non pas seulement dans la trachéide à laquelle elle touche, mais par l'intermédiaire de celle-ci dans les suivantes; elle déverse de l'eau à droite non seulement dans la trachéide immédiatement contiguë, mais encore dans les suivantes, etc. Or comme toutes ces trachéides sont à des niveaux différents, et qu'elles sont nombreuses, on peut dire que leur niveau moyen est le même à droite et à gauche; les cellules des rayons médullaires sont condamnées au travail des Danaïdes.

Néanmoins la théorie de Godlewski a eu assez de retentissement. Je pense même que plusieurs

auteurs, fatigués de la lutte, ont fini par l'adopter. M. R. Hartig me paraît être de ce nombre.

Un jeune savant hollandais, M. Janse, croyait même avoir démontré l'exactitude de cette théorie par des expériences dont il convient de dire quelques mots. La base d'un rameau ayant été tuée par de l'eau chaude, si l'eau ne continue pas à monter dans ce rameau, c'est que les cellules vivantes sont nécessaires à l'extension de la sève. M. Janse, voyant que ces rameaux se flétrissent et périssent à la longue, n'a pas hésité à se prononcer pour la théorie de Godlewski. J'ai répété ces expériences sur plusieurs plantes, le trène, le framboisier, le rosier, le pin, etc. Toujours les rameaux soumis à ce traitement sont restés frais durant deux ou trois semaines; ce n'est qu'au bout de ce temps très long que les feuilles les plus jeunes commencent à souffrir visiblement, sans présenter bien manifestement les symptômes du manque d'eau. Si en ce moment on étudie au microscope la partie vivante du rameau avoisinant la région tuée par l'eau bouillante, on trouve les vaisseaux au moins partiellement bouchés par une matière gommeuse, c'est-à-dire par de la gomme cicatricielle qui se forme régulièrement dans le voisinage des parties tuées par la gelée, les brûlures, les blessures, etc. La présence de cette gomme explique d'une manière toute physique l'arrêt définitif de la sève ascendante.

M. Bøhm a fait récemment des expériences analogues sur des boutures de saule, dont il avait tué par l'eau bouillante soit les racines seules, soit les racines et la base de la tige. Ces boutures, ne trempant dans l'eau que par l'extrémité de leurs racines, ont continué à transpirer à peu près aussi activement que des boutures normales.

Contrairement à l'opinion de M. Janse, ces expériences prouvent que l'ascension de la sève se fait normalement dans un rameau de quelques décimètres de longueur et dont les tissus vivants ont été tués en tout ou en partie.

Est-ce à dire que les choses doivent se passer de la même manière dans un grand arbre? Évidemment non.

Malheureusement nous n'avons aucune expérience qui puisse nous renseigner à ce sujet.

Il faudrait répéter l'expérience de M. Janse sur un arbre tout entier dont on tuerait tout le bois conducteur jusqu'à la hauteur de 14 à 16 mètres. L'expérience ne serait pas irréalisable, mais malheureusement très coûteuse. Si les feuilles ne se faisaient pas en très peu de temps, si par exemple elles restaient fraîches pendant plusieurs jours, il faudrait en conclure que les tissus vivants du bois ne participent pas à l'ascension de la sève. On abatrait ensuite l'arbre pour s'assurer à l'aide du

microscope de la profondeur à laquelle l'élévation de la température a été suffisante pour entraîner la mort des cellules.

6. *Retour aux théories physiques.* — Actuellement nous sommes toujours en présence de l'alternative suivante : 1° Les forces purement physiques suffisent pour élever l'eau jusqu'aux feuilles des arbres et alors les théories physiologiques, dénuées de tout fondement expérimental, n'ont pas de raison d'être. 2° Elles ne suffisent pas, et alors il faut tâcher de trouver la solution du problème dans l'osmose des cellules vivantes.

Il me semble que le premier desideratum à satisfaire est d'étudier soigneusement les phénomènes capillaires dont le bois est le siège. J'ai publié à ce sujet, il y a quatre ans, un travail dont les conclusions n'ont pas été réfutées malgré la promptitude avec laquelle quelques auteurs ont opposé aux théories physiques un « veto » généralement bien fondé. Je prends donc pour exemple le bois de Pin dont la figure ci-contre représente une coupe longitudinale tangentielle.

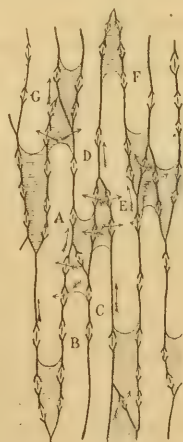


Fig. 8. — Schéma de la répartition et du mouvement de l'eau dans le bois conducteur d'un conifère. La disposition des trachéides répond à ce qu'on voit sur une coupe tangentielle; mais on a été obligé de figurer les trachéides plus courtes relativement à leur largeur qu'elles ne le sont réellement. Il est donc probable que des masses d'eau résultant de la juxtaposition de deux ou plusieurs pointes, telles qu'on les voit auprès des lettres A et E doivent être plus rares et moins volumineuses. Les trachéides d'une même file radiale (perpendiculaire au plan du papier) étant sensiblement situés au même niveau, il faut se figurer ces masses d'eau continuées sous la forme d'un fil horizontal étendu depuis le cambium jusqu'à la limite interne du bois conducteur. On y reviendra plus loin dans le texte.

Chaque trachéide renferme une longue bulle d'air et dans chaque pointe une petite masse d'eau; elle est entièrement close par une membrane sa-

turée d'eau, imperméable à l'air gazeux, mais d'autant plus perméable à l'eau que les parois latérales (perpendiculaires au plan du papier) sont garnies de nombreuses punctuations aréolées. On voit que, dans mon schéma, les petites masses d'eau ne sont pas disposées de manière à former un fil continu comme dans ceux de M. Böhm et de M. Elfving.

La pression de l'air inclus dans ces trachéides est d'autant plus faible que l'élément anatomique est situé à un niveau plus élevé. Cette pression est donc plus forte dans la trachéide B que dans la trachéide A, plus forte en A qu'en D et en G. La pression de A fait passer une partie de l'eau contenue dans la pointe supérieure dans la trachéide D; en même temps la bulle d'air s'avance dans la pointe; mais, la pression de A ayant diminué, celle de B chasse de l'eau de la pointe supérieure de la trachéide B dans la trachéide A. Que devient cette eau librement répandue sur la paroi de A, et cela au moment même où le ménisque supérieur de la bulle d'air se trouve refoulé dans la pointe? En vertu de la tension de surface une partie de cette eau montera le long de la paroi pour aller se loger dans la pointe supérieure de A, et ce chemin qui équivalait ici à la moitié de la longueur de la trachéide est parcouru entièrement en vertu de la capillarité. J'ai même dit, et je le prouverai plus loin, que si, étant donnée une trachéide solée, on enlève de l'eau à la pointe supérieure, la pointe inférieure pouvant d'ailleurs recevoir de l'eau du dehors, une partie de l'eau contenue dans la pointe inférieure montera par capillarité le long des parois dans la pointe supérieure.

Ce cas particulier est indiqué dans la trachéide E.

M. Schwendener m'a objecté que la couche d'eau qui revêt intérieurement la paroi de la trachéide est trop mince pour être mobile et m'a opposé à ce sujet une expérience bien singulière. Il a étiré au chalumeau un tube de verre capillaire de manière à lui donner la forme d'une trachéide; après l'avoir mouillé, il a introduit de l'eau pure dans la pointe supérieure et de l'eau colorée dans la pointe inférieure; puis, ayant bouché la pointe supérieure, il plonge l'appareil verticalement dans l'eau; il a constaté qu'aucune trace de la matière colorante n'apparaît dans la pointe supérieure. Cette expérience n'a rien de commun avec ce que j'ai avancé; il aurait fallu tout au moins enlever de l'eau à la pointe supérieure au lieu d'en pousser dans la pointe inférieure¹.

Mais il y a dans cette expérience une autre faute, qu'on a commise d'ailleurs toutes les fois qu'on a voulu assimiler les vaisseaux et les trachéides des plantes à des tubes de verre. La paroi de ces éléments anatomiques n'est jamais lisse: elle est au contraire ornée tantôt de saillies vives en spirale, et c'est ce qu'on observe dans ces vaisseaux particuliers qu'on appelle des trachées et souvent dans les vaisseaux ponctués du bois secondaire, tantôt de punctuations saillantes qui doivent retenir des quantités d'eau plus ou moins grandes. Le tube de verre qu'on a bien soin de nettoyer minutieusement, quand il s'agit d'expériences de capillarité, est au contraire absolument lisse. Les vaisseaux ponctués et surtout les trachéides n'ont que rarement une section circulaire: ils sont ordinairement prismatiques ou hémicylindriques ou cylindriques à section elliptique, etc.; les tubes de verre qu'on emploie sont des cylindres à section circulaire. Cela change notablement les conditions.

La spirale des trachées, par exemple, formant une saillie nettement accusée, crée à l'intérieur du vaisseau deux rigoles dans chacune desquelles l'eau reste suspendue sous la forme de fils qui relient entre eux les index d'eau successifs d'un *chapelet de Jamin*. Si on enlève de l'eau à un index supérieur, il monte de l'eau par ces rigoles de l'index immédiatement inférieur dans celui dont on vient de modifier le ménisque.

L'expérience est facile à réaliser avec un tube de verre thermométrique et de section circulaire. On roule un cheveu en spirale autour d'un fil de fer un peu plus fin que le calibre du tube, et, après avoir introduit le tout dans le tube de verre, on retire le fil de fer. En se déroulant un peu et, grâce à son élasticité, le cheveu reste dans le tube et simule la spirale du vaisseau. On fait passer de l'eau dans le tube pour le mouiller: il est rare alors que le cheveu ne se déforme pas en s'imbibant, mais peu importe. Il s'agit ensuite de former dans le tube un *chapelet de Jamin*, ce qui n'est pas une tâche aisée, tant les index d'eau coulent facilement les uns dans les autres; on bouche l'extrémité avec un peu de plâtre en s'arrangeant de manière à ce que le plâtre touche à de l'eau, non à de l'air, et, le tube étant maintenu, le bouchon de plâtre en haut dans une position verticale, on suspend à son extrémité une goutte d'eau teinte avec un peu de fuchsine. Au bout de quelques instants, grâce à l'évaporation de l'eau à la surface du plâtre, on voit l'index inférieur se colorer, puis le suivant et ainsi de suite jusqu'au plâtre qui finit par se colorer lui-même, tout cela sans que le *chapelet de Jamin* ait subi la moindre modification.

Qui oserait maintenant soutenir que les choses

¹ Ce n'est pas la première fois qu'on fait intervenir le mouvement de l'eau libre le long des parois cellulaires. M. Sachs, encouragé par le physicien Quincke, avait adopté cette idée avant la théorie de l'imbibition; mais il y a renoncé lui-même, surtout, semble-t-il, parce qu'il n'existe pas de communication ouverte dans le bois des Conifères.

ne se passent pas exactement de la même manière, dans une trachée contenant un *chapelet de Jamin* et qui perd de l'eau à sa partie supérieure?

Cette expérience est applicable non seulement aux cellules dont la paroi est couverte d'ornements saillants et continus, formant par conséquent des rigoles, mais encore aux éléments anatomiques prismatiques, chez lesquels des rigoles semblables existent nécessairement dans tous les angles dièdres. Ainsi dans une trachéide prismatique telle que celles du bois de pin, contenant de l'eau dans les deux pointes, et une colonne d'air au milieu, les deux masses d'eau terminales sont nécessairement reliées entre elles par autant de fils d'eau qu'il y a d'angles, et si on enlève de l'eau à la pointe supérieure, grâce à la tension capillaire qui règne à la surface interne de la goutte d'eau creuse, de l'eau monte de la pointe inférieure dans la pointe supérieure.

Il n'est même pas nécessaire qu'il existe des angles dans le tube ou dans les éléments anatomiques : il suffit que la section ne soit pas circulaire, en effet la section de la colonne d'air emprisonnée dans ce tube capillaire se rapprochera toujours plus de la forme circulaire que celle du tube, l'épaisseur de la couche d'eau maintenue sur la paroi, entre la bulle d'air et celle-ci, sera plus forte dans les endroits où le rayon de courbure est plus petit.

On trouve dans le commerce des tubes de cristal dits « à trou plat » et qui sont destinés à la confection des thermomètres. La section intérieure des tubes que j'ai eus entre les mains est elliptique, le grand axe mesurant à peu près le double du petit. Il n'est pas facile de réaliser un *chapelet de Jamin* dans ces tubes, mais enfin on y parvient, si on ne tient ni à une grande régularité ni à la petitesse des couples air et eau. Involontairement on admire, pendant cette opération délicate, l'utilité des parois transversales perméables des trachéides ou des diaphragmes incomplets des vaisseaux, qui fixent l'emplacement des index d'eau. L'expérience que je viens de décrire réussit aussi bien avec ce tube à trou plat ne contenant aucun fil, même si les colonnes d'air ont plus d'un centimètre de longueur. On voit parfaitement à l'œil nu les deux rigoles contenant le liquide rouge et correspondant aux extrémités du grand axe de l'ellipse. Au point de vue de la capillarité ce tube est comparable aux trachéides du bois d'automne; mais on comprend qu'on obtiendrait le même résultat

avec un tube, divisé longitudinalement par une cloison plane, avec un tube triangulaire à angles mousses, etc., formes qu'on observe si souvent lorsque les vaisseaux sont serrés les uns contre les autres.

Ce serait donc la capillarité surtout qui ferait monter l'eau; les différences de pression y contribueraient seulement en ce sens que c'est toujours une trachéide inférieure qui déverse de l'eau dans une trachéide supérieure, non inversement parce que la pression de l'air inclus diminue de bas en haut. La pression atmosphérique n'est donc chargée que d'une petite partie du travail, la capillarité fait le reste grâce à la transpiration. Il n'est même pas bien sûr que l'intervention des différences de pression soit absolument nécessaire.

Dans son dernier travail, M. Böhm, qui croit toujours à l'existence du fil d'eau continu, tel que je l'ai décrit à propos de son ancienne théorie, démontre nettement, sur des boutures de saule, que la capillarité seule suffit à tous les besoins. Il n'exclut cependant pas absolument l'intervention des différences de pression. Il tue par l'eau bouillante les racines et la partie inférieure de la tige de la plante; il la mastique dans un flacon rempli d'eau bouillie qui communique avec un manomètre également plein d'eau. La plante, en absorbant l'eau, fait monter le mercure exactement à la hauteur barométrique; mais l'absorption ne s'arrête pas; le vide barométrique apparaît et grandit indéfiniment dans la partie supérieure du tube manométrique. Dans une autre expérience, le flacon n'est que partiellement rempli d'eau et on fait le vide à l'aide de la machine pneumatique. L'appareil étant fixé en même temps qu'une plante témoin placée dans des conditions normales, on voit au bout de quelque temps que la transpiration n'a pas très notablement diminué chez la plante ainsi traitée.

M. Böhm termine son mémoire par cette phrase que je ne puis pas admettre entièrement sans réserve : L'absorption de l'eau par les racines et l'ascension de la sève se font par capillarité, l'approvisionnement du parenchyme des feuilles par la pression atmosphérique¹.

J. Vesque,

Maitre de Conférences de Botanique
à la Faculté des Sciences de Paris.

¹ On trouvera dans la collection des *Annales agronomiques* de M. Dehérain, le résumé critique de presque tous les travaux qui ont été publiés à ce sujet depuis la création de ce recueil, ainsi que mes propres publications.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Stoffaës (Abbé), Professeur à la Faculté catholique des sciences de Lille. — Cours de mathématiques supérieures à l'usage des candidats à la licence ès sciences physiques. 1 vol., in-8° de 428 pages (8 fr. 50). Gauthier-Villars et fils, Paris, 1891.

Les livres destinés à venir en aide aux étudiants se préparant aux divers examens universitaires se multiplient sous la plume des membres du haut enseignement tant libre qu'officiel. Dans ce mouvement général, les maîtres de la Faculté catholique des Sciences de Lille se sont fait une place distinguée. Pour les candidats à la licence ès sciences mathématiques, M. Villié a rédigé ses *Compositions d'analyse, de mécanique et d'astronomie* et son *Traité de cinématique*; de même M. Witz, pour les candidats à la licence ès sciences physiques, son *Cours de manipulations de physique* et ses *Exercices de physique et applications*. C'est aujourd'hui au tour de M. l'abbé Stoffaës de donner aux étudiants de cette seconde catégorie le *Cours de mathématiques supérieures* que nous signalons ici. Le degré de culture mathématique exigé pour la parfaite assimilation du programme de physique de la licence ès sciences physiques n'est pas atteint sans quelque effort par certains candidats que la direction générale de leurs études a éloignés des spéculations purement analytiques et qu'effraie un peu le maniement du symbole algébrique. C'est pour ceux-là que M. Stoffaës a condensé dans le volume qui vient de paraître les notions de mathématiques supérieures (c'est-à-dire dépassant le programme du baccalauréat ès sciences) dont la connaissance leur est indispensable, et qui se rapportent à l'analyse algébrique, à l'analyse infinitésimale et à la géométrie analytique. Ces notions ne sortent pas, à la vérité, d'un domaine assez élémentaire; encore convient-il de les préciser avec soin; cela ne va pas sans quelques développements. M. l'abbé Stoffaës nous semble y avoir parfaitement réussi. Nous ne pensons pas que son mode d'exposition très clair et très méthodique doive présenter de difficulté pour les lecteurs auxquels il s'adresse et nous estimons qu'il y a apporté toute la rigueur désirable. Il suffit, pour s'en convaincre, de jeter les yeux, entre autres, sur le chapitre consacré au développement des fonctions en séries. L'auteur a bien soin, à propos des séries de Taylor et de Maclaurin, de faire ressortir l'insuffisance de la convergence de la série pour que celle-ci soit applicable. Il prévient ainsi une idée fautive assez généralement répandue chez les élèves, et qui tient à l'emploi malencontreux fait par certains auteurs du mot *reste* pour désigner le *terme complémentaire* de la série; *reste* et *terme complémentaire* sont choses essentiellement distinctes; lorsque le premier tend vers zéro sans qu'il en soit de même du second, la série, bien que convergente, ne représente pas la fonction proposée. M. Stoffaës a fort bien mis en relief cette distinction, grâce en particulier, au soin qu'il a eu de se servir du mot *terme complémentaire*. L'expression de *reste* s'est pourtant encore glissée par inadvertance sous sa plume (p. 101, 7^e ligne), mais ne peut, à l'endroit cité, donner lieu à aucune ambiguïté.

L'excellent ouvrage de M. l'abbé Stoffaës est appelé à se trouver entre les mains de tous les candidats à la licence ès sciences physiques à qui il rendra les plus grands services en les dispensant d'aller puiser à droite et à gauche, dans des traités généraux, les enseignements mathématiques dont ils ont besoin. Mais il n'est

pas fait pour cette seule catégorie de lecteurs. Tous ceux qui, sans s'adonner d'une manière spéciale aux études mathématiques, ont besoin de s'en assimiler les théories fondamentales en vue d'applications à d'autres genres de recherches, pourront le consulter avec fruit.
M. DUCAGNE.

Zórawski (C.). — *O pewnem odkształceniu powierzchni. (Sur une déformation des surfaces.)* — *Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie*, juin 1891.

Dans ce mémoire M. C. Zórawski fait connaître une application de la théorie des transformations de M. Lie. Les notions fondamentales de cette théorie, telles que celles de « groupe de transformations », « transformation infinitésimale », « invariant différentiel », etc., permettent de traduire analytiquement ce problème : « Quelles sont les propriétés d'une surface qui restent invariantes, quand on fléchit la surface d'une façon tout à fait arbitraire ? » Cet énoncé est dû à M. Lie lui-même (*Mathem. Ann.*, t. XXIV, p. 374-375); le travail de l'auteur est un développement des recherches qu'il n'a fait qu'indiquer dans cette courte note.

L'auteur nomme ces propriétés de la surface qui restent invariantes pendant chaque flexion « invariants de la flexion », et les divise en : « invariants de Gauss », « invariants de Beltrami » et « invariants de Minding », en se basant sur certaines analogies avec les invariants depuis longtemps connus : « courbure de Gauss », « paramètres différentiels de Beltrami » et « courbure géodésique de Minding ». En outre tous ces invariants se partagent en ordres.

Dans la première partie du mémoire qui est aussi la plus importante, l'auteur recherche combien d'invariants de la flexion appartiennent à chacune des espèces indiquées, et combien à chaque ordre; dans la seconde, il s'occupe du calcul des invariants de la flexion par l'intégration de certains systèmes d'équations aux dérivées partielles du premier ordre. Cette méthode, bien qu'il n'en existe pas de plus simple, nécessite des calculs assez pénibles. En terminant, l'auteur en indique une autre, dont il n'a pu toutefois déduire un mode systématique pour le calcul des invariants de la flexion.

(Bulletin de l'Acad. de Cracovie)

2° Sciences physiques.

Schuster (A.), de la Société Royale de Londres. — La décharge de l'électricité à travers les gaz. — *Extrait, par l'auteur, de la « Bakerian Lecture »* faite à la Société royale de Londres, le 20 mars 1890 (*Proceedings*, t. 47, p. 526).

Dans cette « lecture », j'ai rendu compte des expériences faites depuis six ans sur la décharge de l'électricité à travers les gaz, dans le but de mettre à l'épreuve la théorie précédemment exposée, d'après laquelle les atomes gazeux transporteraient la même quantité d'électricité que les ions d'un liquide.

Il s'agissait d'abord de discuter les circonstances dans lesquelles une décharge entre une électrode et un gaz peut se produire. E. Becquerel découvrit le premier que l'air placé entre des électrodes de platine chauffées au rouge cesse d'isoler; dans ce cas, le phénomène est particulièrement compliqué, en raison de l'occlusion des gaz dans le platine. Des recherches faites dans mon laboratoire par M. Arthur Stanton l'ont conduit à l'intéressante conclusion qu'une électrode de cuivre chauffée au rouge laisse échapper librement l'électricité

positive, tandis que la déperdition de l'électricité négative ne se produit que lorsqu'une action chimique a lieu à la surface; par exemple, si l'électrode est légèrement oxydée, l'électricité négative se décharge dans l'hydrogène ou dans l'air; lorsqu'elle est couverte d'une couche d'oxyde, la décharge ne se produit plus que dans l'hydrogène; au contraire, elle a lieu dans l'air, et non dans l'hydrogène; lorsque l'électrode est parfaitement polie. Ces phénomènes, avec quelques autres, m'ont conduit à la conclusion suivante :

Une libre décharge de l'électricité peut se produire entre l'anode et un ion négatif; d'autre part, il faut une chute de potentiel considérable pour produire un échange d'électricité entre l'ion positif et la cathode, à moins que celle-ci ne prenne part à une action chimique, auquel cas l'échange d'électricité peut devenir plus considérable qu'à l'anode.

J'ai démontré, en outre, par de longues observations, que, dans un tube vide, l'électrode négative est entourée d'une atmosphère de particules chargées positivement.

La chute de potentiel dans l'espace obscur, près d'une plaque négative, peut être exprimée par

$$(1) \quad V = V_0 (1 - e^{-kx}).$$

V_0 étant le potentiel dans l'auréole; k dépend de la pression, mais non de l'intensité du courant.

La route décrite par les particules électrisées peut, comme on sait, être déduite de la luminosité produite par les chocs moléculaires. La trajectoire est rectiligne dans les circonstances ordinaires, mais elle s'incurve dans un champ magnétique. Si une particule de masse m , portant une charge e traverse à angle droit, avec une vitesse v , les lignes de force d'un champ magnétique d'intensité M , le rayon de courbure de la trajectoire est déterminé par l'équation

$$(2) \quad \frac{mv^2}{r} = Mve$$

que l'on obtient en égalant à la force centrifuge la force qui s'exerce à chaque instant sur la molécule.

D'autre part, la force vive de la molécule est égale au travail exercé sur elle, lorsqu'elle passe, sans perte d'énergie de la cathode au potentiel zéro, en un point au potentiel V ; donc

$$(3) \quad 2Ve = mv^2$$

En éliminant v entre (2) et (3), on trouve

$$(4) \quad \frac{e}{m} = \frac{2V}{M^2 r^2}.$$

Toutes les quantités du second membre peuvent être déterminées, et, comme on ne peut admettre que toute l'énergie Ve s'est transformée en force vive, cette dernière équation devient pratiquement une inégalité donnant la limite supérieure de $\frac{e}{m}$.

En écrivant l'équation (2) sous la forme

$$(5) \quad \frac{e}{m} = \frac{v}{Mr},$$

on en déduira une limite inférieure de $\frac{e}{m}$, en remplaçant respectivement v et r par la vitesse des molécules gazeuses d'après la théorie cinétique et le plus petit rayon de courbure qui peut être tracé dans l'auréole. On trouve de cette manière :

$$10^6 > \frac{e}{m} > 10^3,$$

tandis que, dans les liquides, on a $\frac{e}{m} = 2.10^3$.

La discussion des phénomènes conduit à admettre que la valeur de $\frac{e}{m}$ est plus voisine de 10^3 que de 10^6 ; des expériences en cours permettront sans doute de

réduire ces limites. Jusqu'ici, aucune théorie ne rendait compte de la grande quantité d'électricité transportée par chaque atome de gaz.

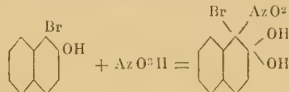
Le manque de symétrie, aux deux pôles d'un tube vide, est probablement causé par le fait que la loi des chocs entre les ions et les molécules neutres est différente pour les atomes positifs et négatifs. L'expérience semble montrer que la diffusion des ions négatifs se fait plus rapidement que celle des ions positifs. L'espace obscur est probablement dû au fait que, si la chute de potentiel est plus grande qu'une certaine valeur critique, ces ions diffusent sans beaucoup de perte d'énergie au choc; si la chute est plus faible que cette valeur critique, la grande vitesse que ces particules ont atteinte par la répulsion du pôle négatif est réduite par le choc, et transformée en énergie lumineuse.

Arthur SCHUSTER,

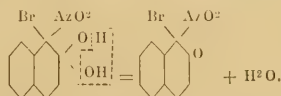
Membre de la Société Royale de Londres.

Armstrong (Henri) et Rossiter (E.). — Action de de l'acide nitrique sur les dérivés du naphthol, considéré comme indiquant le mode suivant lequel s'effectue la nitration dans les composés aromatiques en général. — *Mémoire présenté à la Société de Chimie de Londres, le 11 mai 1891.*

Les dérivés chlorés et bromés du β -naphthol, chauffés avec de l'acide nitrique se transforment en dérivés de la β -naphthoquinone; mais la formation de ces produits est précédée par celle de composés intermédiaires instables. Ces composés ont pu être isolés. Les auteurs pensent que ce sont des dérivés nitro-bromocétoniques correspondant aux composés dichloro-cétoniques de Zincke, et que leur formation montre que l'acide azotique réagit tout d'abord sur le β -naphthol en donnant un produit d'addition :

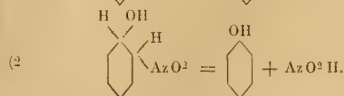
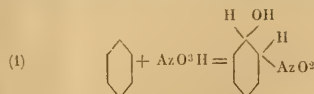


Ce composé se déshydrate ensuite sous l'influence de la chaleur et l'on obtient la réaction suivante :



Si l'on admet que la formation de ces produits d'addition précède toujours celle des dérivés nitrés, on obtient une interprétation satisfaisante d'un certain nombre de faits restés encore inexpliqués. L'impossibilité d'obtenir des composés nitrés des paraffines, sauf dans un petit nombre de cas particuliers, apparaît comme la conséquence naturelle de l'incapacité des paraffines à donner des composés d'addition.

On peut expliquer également le fait signalé par Nœtting de la formation de dérivés du phénol dans la nitration de certaines carbures (toluène et orthoxylyène). On aurait alors les 2 réactions :



Ici le composé d'addition perdrait AzOH au lieu H_2O .

Tout agent susceptible de favoriser la séparation des éléments de l'eau du composé d'addition augmenterait la production du composé nitré et diminuerait celle du dérivé phénolique. Or c'est un fait bien connu que l'on obtient des rendements plus élevés dans la préparation des dérivés nitrés par l'emploi d'un mélange d'acide nitrique et d'acide sulfurique. Un autre fait qui s'explique de la même façon a été signalé par M. Grove; c'est la production du trinitrophénol dans la préparation de la binitrobenzène.

Georges CHAPY.

3° Sciences naturelles.

Houzeau (A.), *Correspondant de l'Institut. — Rapport sur les champs de démonstration. — Adresse à M. le Préfet du département de la Seine-Inférieure. Imprimerie de Espérance Cagnard, 88, rue Jeanne-d'Arc, Rouen, 1891.*

Ce rapport, résumé des travaux agronomiques exécutés en 1890 par M. Houzeau et par un certain nombre de collaborateurs, comprend un grand nombre de tableaux qui en forment la majeure partie. Chacun d'eux est accompagné de quelques pages mentionnant les observations et les résultats généraux que l'on en peut tirer. Nous ne pouvons mieux faire, dans notre compte-rendu, que de suivre l'ordre adopté par le savant directeur de la station agronomique de la Seine-Inférieure.

Première partie. Champs de démonstration. — Culture de l'avoine. — Certains champs ont donné une récolte rémunératrice, tandis que d'autres ont causé une perte, due à la verse qui s'est produite avec tant d'intensité en 1890.

Culture du blé. — Il a été cultivé comparativement en y ajoutant soit du fumier seul (20 000 kilos à l'hectare), soit cette même dose de fumier additionné d'engrais complet. Ce dernier a été partout rémunérateur, sauf dans un champ où la richesse du sol a rendu nul l'effet des engrais.

Deuxième partie. Champs d'expériences. — Culture de l'avoine. — En cherchant l'effet produit sur une même variété par des doses différentes d'engrais, on a constaté que, toutes proportions gardées, le bénéfice est plus grand quand on met plus d'engrais.

Culture du colza. — Dans ces expériences, l'engrais complet n'a pas été payé par l'excédent de récolte, ce qui tient probablement à ce que la dose d'acide phosphorique ajoutée était trop forte, le sol en contenant déjà une assez grande quantité provenant des fumures antérieures.

Culture des betteraves à sucre. — Avec l'engrais chimique seul, la variété qui a fourni le jus le plus sucré a été la Vilmorin améliorée, résultat constaté déjà souvent; mais la variété la plus productive en racines et en sucre à l'hectare a été la Fouquier d'Héronel.

L'engrais intensif comparé à l'engrais complet sur la variété Desprez élève le rendement à l'hectare de plus de 4 500 kilos, sans grand avantage au point de vue économique.

En associant le fumier à l'engrais chimique, ce dernier produit un effet nul, pécuniairement parlant, ce qui s'explique par la grande quantité de potasse qui est mise ainsi à la disposition des racines et qui fait baisser la densité de leur jus.

Culture du blé. — En recherchant l'influence des variétés avec un même engrais, on voit que cette influence est capitale, ainsi que l'ont déjà établi plusieurs agronomes compétents et notamment M. Dehérain. Dans les expériences rapportées par M. Houzeau, tout a pu porter le rendement par hectare de 17 hectolitres, 1/2 de grains à 28 hectolitres, en faisant simplement un choix judicieux de la variété semée.

L'engrais intensif a provoqué la verse des blés qui en avaient reçu. On a aussi essayé les cultures à gros apports d'azote; malheureusement l'année a été défavorable.

L'auteur signale à ce sujet les risques que l'on court

de voir l'azote soluble entraîné par les eaux de drainage, et rappelle les expériences exécutées par M. Dehérain¹ qui propose les cultures dérobées pour éviter ces pertes.

A. HÉBERT.

Parker (I. Jeffery). — *Lessons in elementary Biology.* 1 vol. in-8° (13 francs). Macmillan and Co, London, 1891.

Cet ouvrage est destiné à servir de guide aux étudiants qui se destinent aux sciences naturelles et à les aider dans leurs premiers exercices de laboratoire en leur donnant une description sommaire, mais très suffisante, d'un grand nombre de formes végétales et animales inférieures. C'est en quelque sorte un complément de l'ouvrage très connu de Huxley, *Practical Biology*². Mais tandis que ce dernier auteur a choisi un petit nombre de types dont il a étudié à fond l'organisation, le genre de vie, etc., M. Parker prend des exemples beaucoup plus nombreux; aussi se contente-t-il de consacrer quelques pages à chacun des types qu'il choisit. Je ne veux pas dire par là que les descriptions soient trop courtes; je les trouve très suffisantes et surtout très claires. Aussi j'ai regretté que M. Parker n'ait choisi ses exemples que parmi les formes les plus simples du règne animal et végétal: Amibe, Euglène, Protomyxa, Saccharomyces, Bactérie, Paramécium, Foraminifère, Mucor, Vaucheria, etc. Il étudie très sommairement, ou, pour être plus exact, il n'étudie pas du tout les Végétaux Gymnospermes et Angiospermes, ni les animaux supérieurs aux Coelentérés, sauf le *Polygordius*: c'est là le reproche le plus grave que j'aie à lui adresser. Pourquoi donner dans le livre toute la place aux formes inférieures, incontestablement fort intéressantes, et négliger complètement les types supérieurs? Est-ce parce que l'histoire de ces derniers a été faite, d'une manière si remarquable d'ailleurs, par Huxley? Mais il me semble que dans un ouvrage destiné à des commençants ou à des étudiants, il serait préférable de choisir un exemple dans chaque classe ou dans chaque embranchement, et après avoir montré comment on étudie une Spirogyre ou une Vorticelle, de montrer comment on dissèque un Arthropode ou un Poisson.

Mais cette critique faite, je n'ai plus qu'à louer la manière dont l'ouvrage est conçu. C'est une série de petites monographies très bien faites, quelquefois très originales, qui indiquent aux élèves ce qu'ils ont à chercher et à voir. J'estime que dans un ouvrage qui doit être avant tout un *cademecum* pratique, l'auteur a eu raison de ne pas débiter par des définitions, des généralités et des questions de doctrine. Il entre de plain-pied dans son sujet en commençant l'étude d'une forme très inférieure: l'Amibe, et sans discuter les différences entre les végétaux et les animaux, il continue par l'*Hæmatococcus*, l'*Heteromita*, l'Euglène, etc. Ce n'est pas que M. Parker ait laissé systématiquement de côté les questions générales; mais il ne les aborde que lorsque le lecteur possède déjà quelques notions sur la structure des êtres organisés; aussi la lecture des pages qui se rapportent à la cellule et à la division des cellules, à l'origine des espèces, à la distinction entre les végétaux et les animaux, à la fécondation, etc., est-elle beaucoup plus profitable au débutant que si on la lui avait imposée dès le commencement de l'ouvrage.

Le livre de M. Parker rendra, j'en suis persuadé, de grands services aux étudiants et aux personnes qui veulent se familiariser avec les sciences biologiques. Il est regrettable que nous ne possédions pas un livre analogue écrit en français; pareil ouvrage serait certainement bien accueilli par les candidats à la licence ès sciences naturelles.

R. KOEHLER.

¹ Voy. la Revue; 1890; p. 496.

² HUXLEY, *Cours élémentaire et pratique de Biologie*, traduit de l'anglais par Prieur. O. Doyn, 8, place de l'Odéon Paris.

4° Sciences médicales.

Babes et Oprescu. — Sur un bacille trouvé dans un cas de septicémie hémorragique présentant certains caractères du typhus exanthématique. *Ann. de l'Institut Pasteur*, mai 1891.

Le description du typhus exanthématique et des lésions qu'on y rencontre donne l'impression qu'il ne s'agit pas d'une maladie reconnaissant toujours la même étiologie. Cette maladie revêt des formes cliniques très variables, et s'il est facile de la distinguer de la fièvre typhoïde, il n'en est plus de même en ce qui concerne la septicémie hémorragique, et il y a lieu de se demander si le typhus exanthématique mérite d'être décrit comme une entité morbide à part.

Le mémoire de MM. Babes et Oprescu a trait à un cas de ce genre que les auteurs ont pu étudier complètement : ce cas étant unique, ils n'ont pas naturellement tiré de conclusion générale, mais leur étude fort complète sera un très important document pour la solution des problèmes que nous venons de soulever.

Le malade avait succombé dans la prostration, après avoir présenté des troubles intestinaux, et une éruption de taches ecchymotiques analogues à une éruption de purpura hémorragique. On put, quelques heures après la mort, faire des ensemencements bactériologiques nombreux avec divers organes, et les diverses méthodes de culture permirent d'isoler un microbe, qui paraît avoir été la cause première de l'évolution morbide.

Ce micro-organisme se présente sous la forme d'un bacille court, se réunissant souvent deux par deux et légèrement ovale, sans sporulation appréciable. Il se colore, quoique faiblement, par la méthode de Gram. Le bacille est doué d'une grande mobilité; il fait fermenter le glucose en dégagant beaucoup de gaz. La gélatine n'est jamais liquéfiée.

Les cultures de ce bacille sont virulentes pour le cobaye, la souris, le lapin, le pigeon, la corneille; le chien s'est montré réfractaire, tandis que le lapin est très sensible. L'action locale du bacille, au point d'inoculation, consiste dans la production d'un œdème hémorragique, tandis que l'action générale consiste dans l'envahissement de tous les organes par le bacille, dans une septicémie avec hypertrophie de la rate, lésions semblables à celles observées sur l'homme.

Une excellente planche, annexée au mémoire de MM. Babes et Oprescu, montre la morphologie du micro-organisme et sa répartition dans les organes.

D^r H. DUBIEF.

Salazar (A. E.), Newman (C.), et Blanchard (R.).

— *Examen químico y bacteriologico de las aguas potables.* (Examen chimique et bactériologique des eaux potables) avec un chapitre sur les animaux parasites introduits par l'eau dans l'organisme. 1 vol. in-8° de 500 pages avec nombreuses figures dans le texte et planches photographiques hors texte. — Burns and Oates, 28, Orchard Street, London, 1891.

La question de la pureté des eaux est devenue la préoccupation principale des hygiénistes. Le présent ouvrage témoigne de l'intérêt qu'elle suscite dans la jeune Amérique espagnole, où les administrations s'efforcent de doter d'eau salubre les villes nouvelles.

Les auteurs se sont appliqués d'abord à préciser les caractères chimiques des eaux potables, ensuite à exposer les méthodes qui conviennent à l'analyse chimique et bactériologique des eaux.

Pour que celles-ci aient « droit de cité », il ne leur suffit pas d'être, comme on disait autrefois, limpides, insipides, inodores, capables de faire mousser le savon et cuire les légumes; il faut de plus qu'elles contiennent, en de certaines proportions, des sels et des gaz, enfin qu'elles soient à peu près exemptes de matières organiques et surtout organisées.

MM. Salazar et Newman discutent les quantités maxima et minima des divers sels que l'eau doit tenir en solution, et décrivent avec beaucoup de soin les meil-

leurs procédés à employer pour doser ces sels, notamment les sels calcaires, sulfates, carbonates et chlorures, la matière organique et les gaz. Ils insistent sur les relations qu'il peut y avoir entre les substances dissoutes (salines, gazeuses et organiques) et les organismes microscopiques en suspension dans le liquide. On sait que la richesse en matière organique coïncide le plus souvent avec la richesse en bactéries, la durée individuelle et la prolifération de celles-ci dans l'eau pouvant dépendre de la qualité et de la quantité des aliments qu'elles y trouvent. C'est pourquoi les auteurs insistent sur le dosage, toujours délicat, de la matière organique et lui consacrent un chapitre étendu. Ils préconisent dans ce but la méthode de Nessler à l'iode de mercure et de potasse en solution potassique et celle de Wanklyn, Chapman et Smith, fondée sur ce fait que les albuminoïdes dégagent de l'ammoniaque quand on les traite par le permanganate de potasse en solution fortement alcaline.

Le dosage de l'oxygène y est aussi décrit; mais les auteurs ont omis d'indiquer le procédé à l'acide pyrogallique, que recommandant cependant sa rapidité et la facilité de son emploi. Nous regrettons aussi de ne point trouver dans leur livre assez de détails sur le dosage de l'acide carbonique et de l'azote. Enfin il eût été utile de décrire avec soin la manière de recueillir une eau pour opérer le dosage exact de ses gaz, car les précautions à ce sujet sont importantes et en général peu connues.

MM. Salazar et Newman pensent que l'abondance relative de la soude par rapport à la potasse dans les sels dissous indique l'origine animale de la matière organique en solution; le phénomène inverse, c'est-à-dire la richesse en sels de potasse, correspondrait à des substances dérivées des végétaux. C'est une remarque suggestive, mais à laquelle il serait pourtant dangereux de se fier.

La partie bactériologique est largement traitée. Elle comprend quelques notions générales sur la constitution et l'évolution des bactéries, les infections que l'eau peut propager en devenant le véhicule de certains de ces micro-organismes, les procédés pour les rechercher dans l'eau, en déterminer le nombre approximatif, les étudier au moyen des méthodes variées de culture et d'inoculation. Toute cette technique est exposée en détail : les meilleures méthodes y sont indiquées d'une façon claire et précise, avec accompagnement de figures et de photographies bien choisies. Mais nous eussions aimé trouver dans ce livre, indépendamment de cette technique générale, la technique spéciale à la recherche des quelques virus animés dont le transport par l'eau est aujourd'hui hors de doute, le microbe de la fièvre typhoïde par exemple. C'est l'étude de ces cas spéciaux qui est surtout intéressante dans la pratique.

La troisième partie du livre reproduit l'important mémoire que notre compatriote, le Dr Raphaël Blanchard, avait déjà fait paraître en notre langue (*Revue d'Hygiène*) sur les parasites non microbiens, susceptibles d'être introduits dans notre organisme, par l'eau de boisson. L'adjonction d'un tel travail à un ouvrage sur l'eau potable, constitue une heureuse innovation, car, depuis quelques années, l'attention légitimement accordée aux bactéries, avait fait un peu oublier les parasites animaux et le danger des eaux où ils vivent.

Parmi les Protozoaires M. Blanchard décrit les espèces suivantes : *Amoeba Coli*, *Cercomonas* et *Monocercomonas Hominis*, *Trichomonas intestinalis* et *vaginalis*, *Lambia intestinalis*, *Balantidium Coli*. Il examine ensuite les conditions générales de l'infection par les Helminthes et fait connaître les caractères des principaux de ces parasites aux divers stades de leur évolution. Il étudie successivement Trématodes, Nématodes, Ténias, Botriocéphales, Distomes, Filaires, Rhabdonema variés et Linguatules, en ayant soin d'indiquer les moyens de déceler leur présence dans l'eau et quelquefois de l'en préserver.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

(La plupart des Académies et Sociétés savantes, dont la *Revue* analyse ordinairement les travaux, sont actuellement en vacances.)

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 10 août.

1^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. F. Dussaud a étudié par diverses méthodes la réfraction et la dispersion du chlorate de soude cristallisé; il a étendu cette étude à l'ultra-violet.

2^o SCIENCES NATURELLES. — M. N. Gréhant propose, pour rechercher l'oxyde de carbone dans un milieu gazeux qui n'en renferme qu'un dix-millième, la méthode suivante : on fait passer pendant une demi-heure d'une façon continue, au moyen d'un dispositif spécial, le gaz comprimé à 5 atmosphères à travers 50 centimètres cubes de sang; la différence observée dans la capacité respiratoire de ce sang avant et après l'expérience montre nettement la présence de l'oxyde de carbone. — M. de Lacaze-Duthiers annonce que les huîtres élevées dans le vivier de Roscoff ont commencé à se reproduire; la constatation de cette reproduction hors de l'eau courante présente un intérêt au point de vue de l'élevage des huîtres. — M. F. Guitel a observé les mœurs du *Gobius minutus* au moment de sa reproduction; le mâle construit un nid sous une coquille de bivalve retournée, y amène une femelle et prend soin de la ponte pendant le développement; en fournissant à ces poissons des verres de montre au lieu de coquilles, M. Guitel a pu étudier facilement les divers phénomènes qui se succèdent. — M. M. Mendelsohn, d'après de nombreuses observations personnelles sur des malades atteints d'affections neuromusculaires variées, établit une classification des altérations pathologiques de la forme de la secousse musculaire; il ramène ces formes pathologiques aux quatre types suivants : courbes spasmodiques, paralytiques, atrophiques, dégénératives; ces types peuvent passer de l'un à l'autre pendant l'évolution d'une même maladie. — M. Domingos Freire annonce que depuis sa dernière communication à l'Académie, il a pratiqué un nombre considérable d'inoculations préventives de la fièvre jaune, au moyen des cultures atténuées du microcoque qu'il cultive; les résultats statistiques qu'il présente accusent une diminution énorme de la mortalité par le fait de la vaccination. — M. Bay présente un thermocautère dont l'incandescence est entretenue automatiquement par un récipient à alcool d'une disposition spéciale; une seule main suffit pour la manœuvre de l'instrument. — MM. Fouqué et Michel Lévy, dans une série d'expériences déjà anciennes, avaient reproduit, par fusion ignée et recuit prolongé à la pression atmosphérique, un assez grand nombre de roches basiques; ils avaient reconnu en même temps l'impossibilité de reproduire de la même façon la plupart des minéraux des roches acides. S'appuyant sur les recherches de Sénarmont, de M. Daubrée et de M. Friedel, ils ont pensé qu'il fallait, pour effectuer cette synthèse, combiner l'action de la chaleur avec celle de l'eau sous pression. En chauffant au rouge vif pendant plusieurs semaines, dans des creusets en platine iridié, hermétiquement clos, du granite de Vire fondu et pulvérisé avec une petite quantité d'eau, ils ont obtenu un *trachyte micacé* comprenant à l'état de cristaux nettement reconnaissables, l'orthose, le mica noir et des spicules.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS. — M. Al. Bretin : « Réflexions sur la théorie actuelle de la thermodynamique. » — M. H. Arnaud : « L'urée n'est pas un poison. » —

M. H. Baraduc : « La Biométrie : procédé de mensuration de la tension vitale avec le magnétomètre Fortin. »

Séance du 17 août 1891.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. A. Ribaucour : Sur les systèmes cycliques. — M. H. Deslandres a étudié par la photographie l'atmosphère du soleil dans la partie du spectre qui comprend le bleu, le violet, et l'ultra-violet jusqu'à λ 380; il a reconnu que les raies H et K du calcium y sont douées d'une intensité bien plus grande que les raies de l'hydrogène; la photographie de ces raies permet, étant donnée leur intensité, d'observer les protubérances avec une dispersion bien plus faible que celle qui nécessite l'hydrogène; de plus, comme le temps de pose peut être assez court, on peut enregistrer photographiquement les formes et les vitesses des protubérances. M. Deslandres indique le dispositif de l'appareil qu'il destine à cette étude. — M. J. Feñyi a observé le 17 juin 1891 une protubérance solaire qui s'élevait avec une vitesse énorme; d'après ses observations, l'auteur calcule que la masse projetée ne doit jamais retomber sur le soleil.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. Hinrichs montre comment les relations établies par lui entre les températures des changements d'état pour une série de corps et les formules de ces corps permettent de choisir entre les diverses représentations géométriques possibles de l'arrangement des atomes; il applique cette méthode à la série des paraffines normales, et conclut que ces corps doivent être représentés par des prismes où la position de l'atome de carbone alterne d'un nœud à l'autre. — M. Pagnelin présente un nouveau système de chalumeau à essence minérale, actionné par une soufflerie, et dont la partie originale est constituée par un carburateur à régulation variable. — M. Manuel-Périer, à propos d'une communication de M. Pagnelin sur une nouvelle disposition du thermo-cautère, rappelle qu'il avait fait lui-même breveter en 1890 un appareil dans lequel le manche reçoit de la soufflerie un courant d'air réfrigérant.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. A. Schneider, frappé de la singularité anatomique que présentaient les Isopodes dans la série des articulés par suite de la position de leur collier vasculaire en avant de l'anneau nerveux, a repris l'étude de la question; il a constaté qu'indépendamment des deux artères qui continuent l'aorte en avant, il existe en arrière du collier nerveux deux artères qui contournent le tube digestif pour s'unir au-dessous de l'estomac, et au-dessus de la masse nerveuse inférieure. — M. Moynier de Villepoix a étudié chez l'*Helix aspersa* la zone molle et diaphane qui borde la coquille et par laquelle celle-ci s'accroît. Les éléments producteurs du test sont : 1^o une gouttière formée par l'épithélium palléal au point de rencontre avec l'épiderme recourbé en dedans de la coquille; il y a là des culs-de-sac glandulaires sécrétant des globules sphériques hyalins particuliers; 2^o en arrière de cette gouttière, une bandelette glandulaire où s'effectue le dépôt du calcaire; 3^o tout l'épithélium palléal situé en arrière de la bandelette; celui-ci augmente l'épaisseur de la coquille par l'adjonction de couches organocalcaires. Lorsque l'animal a atteint sa taille définitive les deux premiers organes glandulaires disparaissent; seul l'épithélium du manteau demeure actif, continue à épaissir le test en dedans, et répare de la même façon les brèches survenues accidentellement.

Séance du 24 août 1891.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. M. Ribaucour : Sur les systèmes cycliques. — M. P. Serret : Sur une propriété d'involution commune à un groupe plan de cinq droites et à un système de neuf plans. — M. Tacchini adresse le résumé des observations solaires faites à l'Observatoire du Collège romain pendant le deuxième trimestre de 1891. — Dom Et. Siffert examine les diverses causes qui peuvent contribuer à faire disparaître dans les comètes la queue antérieure que la théorie donnée en 1862 par M. E. Roche prévoit concurremment avec la queue postérieure.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. M. Ch. Antoine traite par le calcul la relation qui unit la tension de la vapeur d'eau à la température, jusqu'à 200 atmosphères, pour arriver à une formule qui rende compte des résultats obtenus par MM. Caillelet et Collardeau.

3^o SCIENCES NATURELLES. M. E. Wertheimer a repris la question de savoir si le foie élimine directement les principes immédiats de la bile introduite dans le sang ou s'il transforme ces éléments. Déjà Baldi avait observé le changement de couleur de la bile d'un chien dans les veines duquel on injecte de la bile de bœuf. M. Wertheimer a recherché au spectroscope, dans les mêmes conditions, le passage de la cholohématine de la bile des herbivores, matière colorante qui manque dans la bile du chien ; il a constaté nettement ce passage, qui s'effectue avec une grande rapidité.

Histoire des Sciences. — M. A. Marre adresse une note établissant que La Condamine est né le 27, et non le 28 janvier 1701.

Mémoires présentés. — M. G. Trouvé : « Etude sur la navigation aérienne. Hélicoptère électrique captif. Aviateur-générateur-moteur propulseur. » — M. F. Dalgault : Note relative à un télémètre. — M. D. Billy : Mouvement oscillatoire d'une plaque de plomb placée en équilibre sur une plaque de cuivre cintrée et chaude.

L. LAPICQUE.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 11 août.

M. le D^r Chaput : Entéro-anastomose en un temps pour un carcinome du cœcum, guérison. — M. le D^r Gérard-Marchant : Fixation d'un foie mobile et d'un rein mobile, guérison. — M. le D^r René Blache : La protection de l'enfance dans le département de la Seine pendant l'année 1889. — M. le D^r Girard (de Panama) : Sur l'action de l'ozone sur le sang et son accumulation dans certains corps.

Séance du 18 août 1891.

Dans un mémoire lu précédemment à l'Académie, le D^r Motais (d'Angers) avait conclu à l'hérédité de la myopie ; M. Javal ne partage pas cette opinion. Pour lui, la myopie résulte d'une hérédité de milieu et tient à ce que les parents, qui sont myopes, surveillent mal les premières études de leurs enfants et ne sont pas étonnés de les voir regarder de trop près. Par contre, l'astigmatisme est héréditaire et prédispose à la myopie. L'astigmatisme, dû à une forme vicieuse de la cornée, rendant moins nettes les images formées sur la rétine, oblige l'enfant à faire des efforts et à prendre de mauvaises attitudes qui deviennent une cause efficiente de la myopie. L'astigmatisme tient non seulement à la famille, mais à la race. Ainsi les Israélites sont astigmates ; leur astigmatisme a pour effet de rendre les lignes horizontales moins nettes que les verticales, d'où leur écriture à traits pleins horizontaux, tandis que pour les Européens c'est le contraire qui a lieu. M. Javal est partisan de l'écriture droite et rappelle à ce sujet le précepte qu'avait formulé G. Sand : « Cahier droit, écriture droite, corps droit. » — M. Pinard : Nouveaux documents pour servir à l'histoire de la grossesse extra-utérine.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 23 juillet 1891.

M. Féré a exploré la forme du mouvement de protraction des lèvres par un procédé analogue à celui qu'il avait employé pour la langue ; de même que dans ce cas, il a trouvé dans les paralysies faciales tout à leur début, comme aussi chez les muets, une diminution considérable de cette force. Il a étudié aussi, au moyen d'un dynamomètre spécial, la force avec laquelle se rapprochent les mâchoires. — M. Féré a encore examiné chez 165 sujets de tout âge, comment varie la taille en passant de la position debout au décubitus dorsal. — M. M. Mendelsohn expose la méthode par laquelle il étudie le sens du tact, et les principaux résultats de ses recherches. — Après la communication de M. Sanchez Toledo sur la virulence du bacille tétanique privé de ses toxines, M. Vaillard a repris ses expériences en présence de son contradicteur ; il a eu un seul cas de tétanos ; une expérience faite par M. Sanchez Toledo fut également négative. — M. Sanchez Toledo fait ses réserves sur ce dernier cas, ses cultures n'étant pas suffisamment sporulées au moment de l'inoculation. — M. Ch. Cornevin a voulu vérifier l'action de la pilocarpine sur la sécrétion du lait chez la vache laitière ; il n'a constaté sous l'influence de l'alcaloïde aucune variation dans la quantité ; la composition chimique ne varie que par une très légère augmentation de la lactose. — M. Lando Landi a recherché les substances solubles que la bactérie charbonneuse sécrète tant dans ses cultures que dans le sang des animaux infectés ; il a obtenu des albumoses paraissant dépourvues de toxicité et des bases tétanisantes. — M. J. Déjerine donne l'observation détaillée d'un cas d'aphasie motrice accompagnée de parésie pour l'écriture spontanée et sous dictée, la faculté de copier restant intacte. A propos de ce cas, il fait la critique de la théorie du centre graphique, et conclut que tous les faits cliniques sont explicables sans l'hypothèse de ce centre, dont aucune observation n'a montré l'existence. — MM. Gilbert et Roger ont inoculé à des cobayes la tuberculose aviaire spontanée, sans faire passer le virus par aucune culture ; dans la moitié environ des cas, le résultat a été négatif, mais dans quelques-uns on a obtenu une tuberculose généralisée. De plus, les auteurs font remarquer que dans deux séries la tuberculose aviaire, après quelques passages sur le cobaye, a perdu son action pathogène pour les oiseaux. — MM. Cadiot, Gilbert et Roger ont repris la question de l'inoculation aux oiseaux de la tuberculose humaine, le virus étant pris directement dans les formations pathologiques ; ils ont obtenu un certain nombre de résultats positifs ; aucune des poules inoculées n'est morte, mais 3 sur 38, après qu'elles eussent été sacrifiées, montrèrent à l'autopsie des lésions tuberculeuses. Examinant d'une façon générale les rapports de la tuberculose aviaire avec la tuberculose des mammifères, les auteurs concluent qu'il n'y a pas entre les deux virus de différence essentielle, mais seulement deux races de microbes. — M. Strauss pense que les expériences de ces auteurs sont insuffisantes pour légitimer leur conclusion ; l'hypothèse de la tuberculose spontanée chez les sujets trouvés tuberculeux à l'autopsie n'est pas écartée d'une manière péremptoire, et la transformation de l'un des bacilles dans l'autre n'a pas été directement démontrée. — MM. Charrin, Gley et Lapique ont examiné le sang artériel des lapins infectés par le bacille pyocyanique ; ils ont trouvé une diminution de l'oxygène dans tous les cas où l'inoculation a été efficace ; la proportion de fer du sang n'avait pas varié. — M. Lapique indique quelques modifications qu'il a apportées pour ces expériences au dispositif de l'appareil de MM. Schutzensberger et Rissler. — M. Du camp a examiné la densité de l'encéphale chez des sujets morts d'affections diverses ; il l'a trouvée en général augmentée dans les maladies chroniques entraînant une émaciation considérable dans les maladies,

consistant en troubles de la circulation cérébrale, normale dans les autres cas. — **M. H. Fischer** décrit le développement du foie chez la *Paludine*. — **MM. G. Hermann et C. Canu** signalent un champignon parasite du Talitire; ils décrivent les lésions produites chez ce crustacé par l'infection. — **M. P. Achalmé**, dans un cas de rhumatisme articulaire aigu, a trouvé dans le liquide d'une péricardite développée sous l'influence de la maladie, un bacille qui se cultive bien dans le bouillon de bœuf à l'abri de l'air; ce bacille se retrouvait sur les coupes dans le myocarde, l'endocarde et le péricarde. Les inoculations des cultures au lapin et au cobaye ont été sans effet. — **M. E. Doumer** a observé sur divers malades, présentant, à l'examen électrique des muscles, la réaction de dégénérescence, notamment dans un cas ancien de paralysie infantile, un signe électrique particulier, à savoir que le muscle réagit mieux au courant lorsque l'électrode inférieure est placée plus bas que l'extrémité du muscle.

L. LAPICQUE.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 16 juillet 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. Johann Unterwiesing** : « Sur les relations entre les comètes et les courants météoriques avec les phénomènes solaires. » L'auteur complète un travail déjà communiqué à l'Académie, il cherche à expliquer les taches solaires, leur disposition et leur périodicité par des comètes et des courants météoriques se déplaçant sous l'action des forces solaires et planétaires; à mieux établir la théorie cosmique de la *couvonne*, qui est le résultat de ses recherches; et à montrer qu'il est possible de rendre compte des variations périodiques dans la température de l'air par les variations dans le rayonnement solaire, en étudiant comment ce rayonnement dépend de deux causes agissant en sens opposés : l'émission de chaleur par le Soleil, et la densité du courant météorique qui absorbe une plus ou moins grande proportion de la chaleur qui le traverse.

2^{es} SCIENCES PHYSIQUES. — **M. Franz von Hemmelmayer** : Sur une nouvelle base provenant de la pyridine. — **M. Otto Rossin** : Sur les dérivés de l'acide méthémipinique. — **M. Gustave Koller** : Sur quelques dérivés de la paraphénylbenzophénone. — **MM. Jahoda et Goldschmiedt** : Sur les substances contenues dans les pétales des fleurs de la *Gentiana verna*. — **M. Guido**

Goldschmiedt : Sur la connaissance de l'acide opianique. — **M. L. Haitinger** : Sur les spectres d'émission des oxydes de néodyme et de praséodyme et sur les pierres phosphorescentes contenant de la néodyme. — **M. Alfred Kraus** : Sur l'action des nitrates sur l'éther diéthylique de la résorcine et sur la triéthylrésorcine. — **M. C. Pomeranz** : Sur les *bergaptes*. — **M. Moriz Low** : Sur l'aldéhyde salicylique éthylique. — **M. Friedrich Lippmann** : Sur la constitution de l'allylcyanide. — **M. Schindler** : Sur l'aldoxime crotonique. — **M. Kwisda** : Sur l'action de l'acide iodhydrique sur quelques acides amides. — **M. Skraup** : Sur l'action de l'acide iodhydrique sur les alcaloïdes quiniques. — **M. G. Neumann** : Sur l'acide α -orthostannique. — **M. Pum** : Sur les éthers de l'acide benzoïque. — **M. Strache** : Détermination quantitative de l'oxycarboyle des aldéhydes et des cétones. — **M. Bamberger** : Contribution à l'étude des résines de surabondance. — **M. Carl Reich** : Sur la solubilité du carbonate et du bicarbonate de soude dans des solutions de sel de cuisine. — **M. Ed. Lippmann** : Sur la description des homologues de la quinine.

3^e SCIENCES NATURELLES. — **M. W. Sigmund** : Sur les ferments donnant lieu à des corps gras, dans le règne végétal. En variant les conditions dans lesquelles on prend des émulsions de graines de plantes oléagineuses, l'auteur prouve que le rendement en acides gras est le plus grand pour les graines au moment de la germination, qu'on a séchées au plus à 35°C, et ensuite pour les graines à l'état de repos physiologique séchées à l'air; dans les graines cuites à l'eau, le rendement en acides gras devient très faible, et il ne correspond plus à une fermentation, mais exclusivement à une action analogue à celle du blanc d'œuf. — **M. Claus** : Sur la structure des yeux des Pontelliens. Les *Pontellina mediterranea* et les *Anomolocera Pattersonii* ont un troisième œil médian, dont l'auteur étudie la constitution, et les différences d'un sexe à l'autre. — **M. Zuckerkandl** : « Sur le rudiment épithélial d'une quatrième molaire chez l'homme ». Des considérations d'embryogénie et l'anatomie (comparée avec les carnivores) permettent d'établir qu'un corps épithélial situé derrière la troisième molaire est bien une quatrième molaire rudimentaire. Il n'est pas rare que cette molaire surnuméraire reparaisse chez certains carnivores et quand elle manque leur mâchoire présente ce corps épithélial identique à celui de l'homme.

Emile WEYR,

Membre de l'Académie.

CHRONIQUE

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

Séance de Marseille 1891

L'Association française pour l'avancement des sciences va se réunir à Marseille le 17 de ce mois, sous la présidence de M. Dehérain, membre de l'Institut. Un grand nombre de savants français se sont inscrits pour des communications, conférences et lectures. D'autre part, vingt-et-un savants étrangers ont promis de prendre part aux travaux du Congrès. Voici leurs noms :

BRANTS (Victor), Professeur d'économie politique à l'Université de Louvain.

CAILLER (C.), Professeur extraordinaire à l'Université de Genève.

CANEVAZZI (S.), Professeur à l'Université de Bologne.

DENZA (le R. P.), Directeur de l'Observatoire central de Montcaliéri.

FROLOW (le général Michel), de Saint-Petersbourg.

HAMMOND (J.), Professeur à l'Université d'Oxford.

LLAURADO (A. de), Ingénieur en chef du district forestier de Madrid.

LORLIEU (P. de), Membre du Comité de la carte géologique de la Suisse.

MALASSE (le Professeur G.), Membre de l'Académie royale de Belgique.

MARKOFF, Membre de l'Académie des sciences de Saint-Petersbourg.

MOURLON (Michel), Membre de l'Académie royale des sciences de Belgique.

OLTRAMARE (G.), Professeur à l'Université de Genève.

PERRONCITO (le D^r), Professeur à l'Université de Turin.

PETERSEN (Julius), Professeur à l'Université de Copenhague.

RAGONA (D.), Professeur, Directeur de l'Observatoire de Modène.

SILVA (le chevalier J.-Da), Membre associé de l'Institut, architecte de S. M. le roi de Portugal.

TAVERNI (le D^r R.), Professeur de pédagogie à l'Université de Catane.

VERNON-MARCOURT, de la Société des Ingénieurs civils de Londres.

VILANOVA Y PIÉRA, Professeur de paléontologie à l'Université de Madrid.

VOGT (Carl), Professeur à l'Université de Genève.

WILDE (P. de), Professeur de chimie à l'Ecole militaire et à l'Université de Bruxelles.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LES PROCÉDÉS NOUVEAUX POUR LE RAFFINAGE DE L'ACIER

De nos jours, la fabrication de l'acier est sortie de l'empirisme pour devenir une opération chimique réglée par des principes rationnels. Le métallurgiste opère sur des masses énormes, comme le ferait un chimiste dans un creuset de laboratoire; par l'addition de réactifs spéciaux, choisis en connaissance de cause et dosés avec précision, il produit à chaque instant du travail les transformations qu'il veut, corrige les défauts de la matière première, et obtient, presque avec certitude, un métal ayant la composition qu'il s'est proposée.

C'est surtout vers la fin de l'opération que le travail prend le caractère d'une vraie manipulation chimique. A ce moment, le métal est décarburé et partiellement oxydé; on ajoute des réactifs divers destinés à corriger sa composition : c'est ce qu'on peut appeler la phase du raffinage; la réussite y dépend presque exclusivement du bon choix de ces réactifs et de leur dosage.

Je me propose d'étudier les principes de cette opération délicate, et surtout de signaler deux procédés nouveaux qui commencent à s'introduire dans l'industrie, et dont la véritable portée est encore mal connue : je veux parler de l'emploi du carbone pur (procédé Darby) et de celui de l'aluminium.

I

Dans les anciens procédés de fabrication de l'acier naturel au bas foyer ou au puddlage, on cherchait à affiner incomplètement la fonte, de manière à n'oxyder qu'une partie du carbone et

à en laisser dans le métal la dose voulue. Pour cela, il fallait opérer très lentement, et on ne réussissait bien qu'avec les fontes manganésées, parce que le manganèse, plus oxydable que le carbone, protégeait ce corps et en retardait l'élimination.

Quand Bessemer eut montré que par l'insufflation de l'air à travers la fonte en fusion, on pouvait oxyder le carbone en quelques minutes, et déterminer une élévation de température assez grande pour que l'acier restât fondu, cette découverte, qui devait révolutionner l'industrie, fut d'abord entravée dans son développement par bien des difficultés de détail.

L'une d'elles provenait de la puissance même du nouveau moyen d'affinage : on ne savait pas la modérer; on dépassait le but; une partie du fer se brûlait et on obtenait un mélange de métal et d'oxyde. L'addition de charbon ou de fonte pure pouvait bien restituer au bain le carbone nécessaire à la constitution de l'acier; mais elle ne suffisait pas à détruire l'oxyde dont le mélange rend le métal presque impropre à tout usage.

Le nouveau procédé ne devint d'abord pratique qu'en Suède, où l'on traitait des fontes manganésées. Tant qu'il reste du manganèse à brûler, l'oxygène ne se porte pas sur le fer : on peut alors opérer par la méthode *directe*, c'est-à-dire qu'on arrête l'insufflation de l'air avant d'avoir éliminé tout le carbone, lorsqu'il en reste assez pour constituer la qualité d'acier qu'on veut obtenir.

Avec les fontes ordinaires, la méthode directe ne donnerait pas un métal sain, parce que l'oxyde de fer qui reste mélangé au bain, commencerait à

se former avant que la teneur en carbone fût réduite aux proportions voulues. Cela tient à ce que le carbone ne réduit pas cet oxyde aussi énergiquement que le manganèse.

Ces difficultés disparurent, et le procédé Bessemer put prendre son merveilleux essor dès qu'un autre métallurgiste anglais, Mushet, comprenant ce rôle du manganèse, imagina de l'introduire à la fin de l'opération, sous forme de fonte manganésée riche (*spiegel-eisen*, ou fonte miroitante).

Depuis, on opère presque partout suivant cette formule : c'est ce que l'on appelle la méthode *indirecte*. On insuffle l'air jusqu'à ce que tout le carbone soit brûlé ; on a alors un mélange de fer et d'oxyde, et on ajoute la dose voulue de *spiegel*, pour détruire l'oxyde, et recarburer le fer de manière à le changer en acier.

Cet alliage, qui contient 12 à 20 % de manganèse, et 5 à 6 % de carbone, a donc à remplir un double rôle : c'est à la fois un agent de raffinage et de recarburation. Le carbone se combine au fer ; le manganèse opère le raffinage en réduisant l'oxyde de fer. Il se substitue à ce métal pour former un oxyde plus fusible, qui, au lieu de rester mélangé au bain, se scorie, passe à l'état de silicate et surnage. Le métal devient sain et homogène.

Ce réactif précieux est employé de la même manière quand on fabrique l'acier au four Martin. La fonte est alors fondue avec du fer sur la sole d'un four chauffé au gaz, et le carbone, au lieu de s'oxyder rapidement, s'élimine peu à peu par l'action de l'oxygène des flammes ou des scories. Mais on dépasse presque toujours le point, on prolonge l'opération jusqu'à décarburation presque complète, et on régénère le bain en ajoutant du *spiegel*.

Tant qu'on n'a disposé que de *spiegels* ordinaires, les nouveaux procédés ont été limités à la production d'aciers durs ou demi-durs. En effet, on ne peut réduire la dose de manganèse qu'on ajoute, au-dessous de la limite nécessaire pour détruire tout l'oxyde de fer. Il faut pour cela 8 à 10 % de *spiegel*. On est donc forcé d'introduire au moins $\frac{5}{1000}$ de carbone ; d'ailleurs, le métal retient toujours un peu de manganèse qui ne s'oxyde pas, et qui le durcit encore davantage. Dans ces conditions, l'acier a au moins 50 ou 60 kilos de résistance, et au plus 10 à 15 % d'allongement.

Pour faire des aciers plus doux, que fallait-il ? Opérer le raffinage au même degré, tout en modérant la recarburation, c'est-à-dire introduire autant de manganèse avec moins de carbone. Comme on ne peut pas fabriquer de fontes manganésées qui ne soient très riches en carbone, le seul moyen était de les rendre plus riches en man-

ganèse. Peu à peu on a surmonté les difficultés que présente la réduction du manganèse au haut fourneau, et on est arrivé à obtenir industriellement des alliages riches, des ferro-manganèses dont la teneur dépasse parfois 80 %.

On pouvait donc employer ce nouveau réactif à des doses trois ou quatre fois plus faibles, et réduire à moins de $\frac{2}{1000}$ la proportion de carbone qu'on ajoute (la teneur en carbone de ces alliages reste toujours à peu près la même).

On est arrivé ainsi à produire des aciers qui ne prennent plus du tout la trempe, dont la résistance peut descendre à moins de 40 kilos, et l'allongement aller à plus de 25 %. Ce sont de véritables fers doux fondus, plutôt que des aciers.

On peut employer moins de 1 % de ferro-manganèse riche ; il semblerait donc que la teneur en carbone pût être réduite à un demi-millième. Mais l'élimination de ce corps avant le raffinage n'est jamais rigoureusement complète : au moment où l'on arrête, il reste encore un à deux millièmes de carbone dans le bain. Si on allait plus loin, il se formerait trop d'oxyde de fer, et on serait obligé d'ajouter plus de ferro-manganèse. Il y a donc une limite minima imposée par la pratique, et ce n'est qu'avec des ferro-manganèses extra-riches qu'on peut arriver à fabriquer des aciers à deux millièmes de carbone.

Dans la fabrication de l'acier par les procédés basiques, les réactifs manganésés ont conservé leur rôle essentiel. On sait que la différence entre ces nouvelles méthodes et les anciennes consiste essentiellement à faire les opérations dans des fours garnis de dolomie ou de magnésie ; on peut alors, par des additions de chaux, obtenir des scories très basiques qui auraient rongé et dissous les revêtements siliceux, seuls employés autrefois. Ces scories deviennent capables d'absorber le phosphore à l'état d'acide phosphorique ; de sorte qu'on élimine ce corps nuisible et qu'on peut employer les fontes phosphoreuses, au lieu d'être obligé de choisir des fontes pures.

L'élimination du phosphore ne s'achève guère qu'après celle du carbone, qui, tant qu'il existe en quantité notable, réduit l'acide phosphorique. On est donc obligé de pousser l'affinage plus loin, on obtient un bain plus décarburé et plus chargé d'oxyde que dans le procédé acide.

On est donc amené, par suite, à ajouter plus de manganèse pour le raffinage. D'autre part, il y a intérêt à introduire le moins de carbone possible, pour éviter la réintégration du phosphore : car le carbone, réagissant sur l'acide phosphorique des scories, fait toujours repasser dans le métal un peu de phosphore réduit.

On emploie de préférence le ferro-manganèse

ou les *spiegels* riches. D'ailleurs, avant d'introduire le réactif, on procède à un décrassage soigné pour enlever autant que possible la scorie : le plus souvent, au lieu de faire l'addition dans le four comme autrefois, on place le ferro-manganèse dans la poche de coulée, et on verse dessus l'acier séparé des scories.

Avec ces précautions, on limite la réintégration du phosphore à un millième environ.

Dans le four basique, le manganèse a moins de tendance à se scorifier que dans le four acide, parce que la silice, qui a une grande affinité pour l'oxyde de manganèse, est déjà sursaturée d'autres bases. On perd donc moins de manganèse par oxydation directe, et il en reste davantage dans le métal.

Pour tous ces motifs, les aciers basiques sont, à dureté égale, plus manganésés et moins carburés que les aciers acides. La teneur en manganèse y atteint souvent près du double de la teneur en carbone.

Il est plus difficile de fabriquer par ce procédé des aciers durs, quoique ce ne soit pas impossible avec un décrassage très soigné, qui rend l'introduction du carbone à peu près inoffensive. En revanche, comme le manganèse à faible dose donne beaucoup moins de dureté que le carbone, on arrive à fabriquer des aciers extra doux, ayant 30 kilos de résistance et 30 % d'allongement, comme les fers les plus purs.

Tels étaient, il y a deux ans à peu près, les seuls procédés de raffinage employés pour les aciers ordinaires. Il nous reste à dire quelques mots des réactifs spéciaux usités dans la préparation des aciers dits sans soufflures.

L'addition du *spiegel* dans l'acier fondu provoque un bouillonnement dû à la formation d'oxyde de carbone : le bouillonnement continue quand on verse le métal dans les lingotières, et quand il devient pâteux par le refroidissement, les gaz ne pouvant plus se dégager restent emprisonnés dans une foule de cavités qui rendent le lingot poreux. L'acier ne peut redevenir compact qu'après un forgeage prolongé, qui aplatit et ressoude ces soufflures.

Pour obtenir à la coulée un métal sain, susceptible d'être utilisé sous forme de moulage comme la fonte, on a cherché un réactif qui ne dégagèât pas d'oxyde de carbone. On y est arrivé en faisant intervenir le silicium.

Ce corps, qui a pour l'oxygène plus d'affinité encore que le manganèse, l'absorbe et l'empêche de se porter sur le carbone. En ajoutant au bain de la fonte très siliceuse, non seulement il ne se produit pas de bouillonnement, mais on voit se calmer l'ébullition légère qui existait avant le raf-

finage, par suite de la petite quantité de carbone restée encore dans le métal.

On a d'abord employé le ferro-silicium (fonte à 10 à 15 % de silicium); mais on n'obtenait pas encore d'aciers tout à fait sains : on évitait bien les soufflures; seulement la silice, en se combinant avec l'oxyde de fer, forme des silicates infusibles dont il reste de petits fragments dans le bain : le métal est souillé par le mélange de parcelles de scorie. On évite cet inconvénient par l'emploi du *silico-spiegel* : c'est une fonte difficile à fabriquer au haut fourneau, qui contient de 8 à 10 % de silicium, avec 15 à 20 % de manganèse. Ces deux corps s'oxydent à la fois et forment des silicates fusibles qui surnagent : le métal se sépare bien de la scorie.

Depuis qu'on sait obtenir cet alliage complexe au haut fourneau, la fabrication des moulages d'acier est devenue pratique, mais elle est restée délicate. Sans parler des difficultés provenant de la structure cristalline que le métal prend au refroidissement et qu'on cherche à modifier par des trempes convenables, le réactif doit être dosé avec précision. S'il reste du silicium dans l'acier, ce corps, surtout en présence du carbone, donne de l'aigreur au métal : il ne peut guère en supporter plus de 3 millièmes. D'autre part, si on n'en met pas assez, il reste des soufflures : il faut donc une grande expérience, une appréciation très exacte de l'état d'oxydation du bain, pour évaluer la dose convenable et le moment où l'addition doit être faite. En pratique, les moulages, surtout pour les grosses pièces, sont souvent de qualité irrégulière, et on n'arrive pas avec sûreté à la suppression totale des soufflures.

II

Tous les réactifs énumérés présentent ce caractère commun que le manganèse y joue un très grand rôle. En outre, c'est toujours d'un seul alliage qu'on se sert pour remplir un double but, le raffinage (qui consiste à réduire l'oxyde de fer) et la recarburation (qui consiste à transformer le métal en acier par la combinaison du fer avec du carbone). Il en résulte qu'il y a une relation *nécessaire* entre les quantités de carbone ajoutées et celles des corps servant au raffinage (manganèse ou silicium). Le rapport entre les deux teneurs $\frac{C}{Mn}$

est compris entre certaines limites. On a pu le diminuer au-dessous de 1 par l'emploi du ferro-manganèse : on ne peut le faire monter au-dessus de 1,50. En d'autres termes, on ne peut faire d'aciers contenant beaucoup de carbone et peu de manganèse

C'est un inconvénient grave quand il s'agit de fabriquer des aciers durs. Les bons aciers à outils, tels qu'on les obtient par les anciens procédés de cémentation et de fusion au creuset, sont des métaux purs, contenant 8 à 12 millièmes de carbone, et seulement des traces d'autres corps étrangers. Ces aciers ont des qualités précieuses; ils durcissent beaucoup par la trempe; mais ils ont du corps, et ne deviennent pas cassants. Les aciers durs riches en manganèse (les seuls qui fussent acides à fabriquer par les procédés Bessemer ou Martin), sont aigres et éclatent à la trempe si on n'opère pas avec des soins tout particuliers.

Pour rester maître du dosage relatif du carbone et du manganèse, il n'y a qu'à les ajouter séparément. On a, en somme, deux réactions différentes, mais également nécessaires à produire : le raffinage, c'est-à-dire la réduction de l'oxyde de fer, et la recarburation. Pourquoi prétendre les réaliser avec un seul réactif? C'est se créer des difficultés gratuites. Ne vaut-il pas mieux séparer les fonctions et prendre pour chacune d'elles le corps qui la remplit le mieux, par exemple, faire d'abord le raffinage avec du ferro-manganèse, puis après avoir ainsi obtenu du fer à peu près pur, lui ajouter dans une autre forme, la dose de carbone nécessaire à la constitution de l'acier?

Cette solution, qui paraît si simple quand on a bien analysé les phénomènes, les praticiens commencent seulement à l'adopter aujourd'hui, et ils y sont arrivés par de longs détours.

Bessemer avait tout d'abord essayé les additions de charbon ou de fonte d'hématite (fonte pure, où le carbone n'est allié qu'à du fer). Il ne réussit pas, parce que le carbone seul ne réduisait pas assez énergiquement l'oxyde de fer dissout dans le bain. On avait demandé à ce corps un double service, celui d'agent de raffinage et de recarburation : il n'était propre qu'au second. On en conclut trop vite qu'il n'était bon à rien, qu'employé seul il s'alliait mal au fer, et dès qu'on eût découvert l'utilité du manganèse, on ne songea plus à employer autre chose que les alliages de ce métal.

Un ingénieur anglais, M. Darby, a repris récemment l'emploi du carbone. Il a cru d'abord qu'il fallait faciliter sa combinaison avec le fer par un contact prolongé, et il a construit des appareils où l'on faisait en quelque sorte filtrer l'acier fondu à travers du graphite ou du charbon de cornues. Le dispositif était compliqué : il ne permettait pas de régler facilement la dose de carbone absorbée. On a reconnu que cette complication était inutile.

Il suffit de placer le carbone en poudre dans la poche de coulée et de verser sur lui le métal fondu. La combinaison se fait très bien. La seule condi-

tion essentielle, c'est que le fer ait été préalablement désoxydé par l'addition d'un peu de manganèse.

On ajoute donc d'abord dans le four (après dégrasement des scories), du ferro-manganèse ou du *spiegel* riche, en quantité strictement suffisante pour que l'oxyde de fer soit régénéré, mais qu'il ne reste que des traces de manganèse dans le bain. Le métal ainsi raffiné, mais peu carburé, est versé dans la poche où l'on a placé d'avance du charbon en poudre. On peut employer du graphite, du charbon de bois, de l'antracite ou même du coke : il suffit que le carbone soit à peu près exempt de matières volatiles, et ne contienne pas trop de cendres.

Il en disparaît toujours un peu par l'oxydation; on peut compter que les $\frac{2}{5}$ environ du carbone ajouté se retrouvent dans l'acier. On obtient, par ce moyen, des aciers ayant le degré de carburation voulue, et dans lesquels la teneur en manganèse peut être limitée au besoin à 3 millièmes, dose où il est absolument inoffensif.

Je ferai remarquer l'analogie des nouvelles méthodes que je viens de décrire avec le procédé classique de la cémentation. Dans ce dernier (encore appliqué aujourd'hui pour les aciers à outil de qualité supérieure), on prend du fer pur en barres, obtenu par l'affinage lent de fontes de choix, on le carbure en le chauffant dans des caisses avec du charbon de bois, et on obtient ainsi des barres d'acier brut qu'il faut fondre au creuset pour avoir un métal homogène. Au Bessemer ou au Martin, on affine également la fonte jusqu'au bout, de manière à obtenir du fer pur : puis ce métal fondu est recarburé immédiatement. Les deux phases principales de l'élaboration restent les mêmes au point de vue chimique : mais elles se succèdent sans interruption et sont réunies dans une seule opération rapide, faite à haute température, dans des conditions où les réactions sont plus vives. Tout le travail, affinage, carburation et fusion, se fait d'un seul coup, sur de grandes masses, d'où une diminution considérable du prix de revient.

Pour compléter la comparaison, je rappellerai que lorsqu'on veut obtenir des fers supérieurs destinés à la cémentation, il faut affiner des fontes pures, plus ou moins manganésifères : dans les procédés actuels, on traite des fontes ordinaires, mais on ajoute du manganèse à la fin de l'opération. Ce corps joue donc le même rôle dans les deux cas. On croyait autrefois que certains minerais étaient seuls capables de fournir de l'acier, on leur attribuait une sorte de vertu mystérieuse, et cette superstition a été difficile à ébranler. Au fond, leur supériorité était de donner naturel-

lement des fontes manganésées exemptes de phosphore. Aujourd'hui, comme on sait enlever le phosphore et ajouter le manganèse, on peut prendre comme matière première n'importe quelle fonte.

J'ai dit plus haut que la combinaison directe du carbone avec le fer fondu se faisait très bien. Il ne faudrait pas en conclure qu'il est facile d'obtenir de grandes masses d'acier homogènes. Le carbure de fer a une tendance à se liquater; il se réunit de préférence au centre et à la partie supérieure des lingots. Mais c'est là une difficulté qui n'est pas inhérente au procédé Darby. Elle se présente toutes les fois qu'on coule de grandes pièces, quel qu'ait été le mode de carburation.

III

Depuis que les nouveaux procédés électriques ont abaissé le prix de l'aluminium, on a employé ce métal au raffinage de l'acier: il a donné des résultats remarquables. Cependant, l'opinion n'est pas encore bien assise sur son efficacité réelle: certains auteurs l'ont beaucoup surfaite, et lui ont prêté des vertus incroyables. Ce nouveau métal a été prôné avec un enthousiasme allant parfois jusqu'au lyrisme. Les seuls métallurgistes qui, à ma connaissance, aient donné sur cette question des études impartiales et sérieuses, MM. Howe et Hadfield, n'ont pas manqué d'exercer leur *humour* aux dépens des panégyristes de l'aluminium. L'un se demande si le pouvoir occulte de ce réactif doit s'expliquer par une conjonction de planètes; l'autre remarque qu'on lui attribue neuf propriétés spéciales, et que si on s'est arrêté à ce nombre, c'est sans doute en souvenir des neuf Muses.

Au risque de tomber sur un autre chiffre mystique, on peut reconnaître à l'aluminium trois avantages sur les réactifs employés jusqu'ici: 1° c'est un désoxydant énergique; 2° il augmente la fluidité de l'acier doux; 3° il prévient, mieux que tout autre corps, la production des soufflures.

1° L'aluminium, bien qu'il soit difficile à oxyder directement, réduit à chaud presque tous les oxydes métalliques. Par sa combinaison avec un équivalent d'oxygène, il dégage plus de chaleur qu'aucun autre élément, sauf les métaux alcalins et alcalino-terreux. C'est donc à ce point de vue un réactif plus énergique que le silicium et le manganèse. Plusieurs circonstances viennent augmenter son efficacité pour éliminer l'oxyde de fer de l'acier fondu. Il est fusible, léger et se mélange facilement au bain; il se répand dans toute la masse; il entre en contact intime avec toutes ses parties, ce qui facilite la réaction. En décomposant l'oxyde de fer, il donne l'alumine, corps léger, sans affinité pour l'oxyde de fer ni pour la silice; cette alumine reste à l'état libre et se sépare facilement

du métal; on la retrouve en enduits blancs sur les géodes du haut du lingot: le manganèse, et surtout le silicium donnaient des oxydes qui formaient, avec celui du fer, des scories lourdes, plus sujettes à rester mélangées à l'acier. Il n'est donc pas étonnant qu'on obtienne plus facilement avec l'aluminium des lingots sains.

D'ailleurs, l'énergie de ce réactif permet de l'employer sans excès. Une dose d'un millième suffit en général: on dépasse rarement deux ou trois millièmes¹; presque tout s'élimine par l'oxydation: il ne reste dans le métal, à l'état d'aluminium allié, que des traces qui, souvent, échappent à l'analyse. C'est un avantage considérable de pouvoir opérer le raffinage avec de si petites quantités; on n'est plus exposé à introduire dans le métal des corps étrangers en proportion assez forte pour altérer ses propriétés.

2° Un autre effet, moins facile à expliquer, mais incontestable, c'est que l'aluminium augmente la fluidité de l'acier. Un lingot auquel on en a ajouté se creuse beaucoup plus par le refroidissement, parce que le centre reste plus longtemps liquide et susceptible de se tasser. Il peut même en résulter des inconvénients: quand on coule directement dans les lingotières, comme cela se fait dans certaines usines, et qu'on place des morceaux d'aluminium au fond, comme le métal se solidifie instantanément sur les parois, le retassement produit au milieu un vide qui peut atteindre une longueur exagérée et rendre le lingot impropre à tout usage.

Pour expliquer cette fluidité, on a dit que la présence de l'aluminium abaissait sensiblement le point de fusion de l'acier: cette hypothèse est invraisemblable, si l'on songe qu'il ne reste dans le métal que des traces du réactif; d'ailleurs, M. Osmond a reconnu qu'un acier à 5 % d'aluminium, c'est-à-dire en contenant 20 ou 30 fois plus que la dose ordinaire, a son point de fusion à peine inférieur de 25° à celui d'un acier pur.

On a proposé une explication plus rationnelle dans l'échauffement de température produit par l'oxydation de l'aluminium. Cet échauffement est réel, mais il doit être très limité. On l'a évalué à 40 ou 50° par des calculs qui me semblent peu rigoureux. La combinaison d'un équivalent d'oxygène avec l'aluminium dégage 65 calories; mais il faut en défalquer 34 absorbées par la réduction d'un équivalent d'oxyde de fer. La chaleur de combinaison de l'aluminium avec le fer est certaine-

¹ Avec les anciens procédés, on ajoutait au moins 1 % de manganèse, dont la moitié seulement disparaissait par l'oxydation. Pour les aciers sans soufflures, la dose était analogue; seulement le tiers ou la moitié du manganèse était remplacé par du silicium.

ment très faible par rapport à celle d'oxydation. Un gramme d'aluminium ne dégagera donc pas plus de 4 calories. Réparties sur 1 kilogramme de fer, dont la chaleur spécifique à l'état liquide est au moins de 0,20 (c'est à peu près sa valeur à la température de 1500°), elles ne produiront qu'un échauffement de 20°. C'est peu de chose par rapport aux effets constatés.

Il est probable que la fluidité s'accroît surtout par l'élimination plus complète de l'oxyde de fer : car il suffit de peu d'oxyde mélangé pour rendre un métal pâteux.

L'emploi de l'aluminium offre l'avantage de ne pas introduire du tout de carbone; il est donc spécialement indiqué pour la fabrication des aciers doux. Le métal connu sous le nom de *fer Mitis* est du fer presque pur coulé sous forme de moulages, grâce à l'addition d'un peu d'aluminium.

Pour les aciers durs, ce réactif réussit moins bien : on dit même qu'il les épaissit au lieu de les rendre plus liquides. Cela doit arriver surtout quand on ajoute des doses trop fortes, et qu'une portion considérable échappe à l'oxydation pour rester alliée au fer. Sous cette forme, l'aluminium, comme le silicium, jouit de la propriété de déterminer la séparation du carbone à l'état de graphite. Il détruit donc une partie du carbure de fer et modifie profondément la constitution de l'acier. Mais cet effet ne doit pas se produire avec de faibles doses.

3° L'expérience montre que l'aluminium ajouté, même en très petites quantités, arrête le bouillonnement de l'acier, bien mieux encore que les réactifs siliceux et permet d'obtenir des aciers sans soufflure. L'augmentation de fluidité, déjà signalée, diminue certainement les chances de soufflure. Mais par quel mécanisme ce réactif peut-il calmer subitement l'ébullition? Cette question se rattache à celle de la nature et de la cause même des dégagements gazeux. Nous ne pouvons que l'effleurer ici.

On sait que, dans un bain d'acier contenant de l'oxyde dissous, le carbone réagit sur cet oxyde et produit de l'oxyde de carbone qui s'échappe avec bouillonnement. On admettait autrefois que c'était la cause principale, sinon unique des dégagements gazeux. Cette idée, soutenue notamment par M. Pourcel, a conduit à des découvertes utiles, car c'est elle qui a engagé à étudier l'action du silicium, et qui a mis sur la voie des moyens de fabriquer l'acier sans soufflures.

L'action spéciale du silicium s'expliquait tout naturellement : il s'empare de l'oxygène en formant un produit solide, la silice; il prévient donc la formation de l'oxyde de carbone. L'aluminium doit évidemment produire le même effet, et d'une

manière plus complète, parce qu'il a plus d'affinité pour l'oxygène.

Cette théorie simple, qui paraissait rendre compte de tous les faits, a cependant été battue en brèche par les expériences du D^r Müller. Il a montré que les gaz dégagés se composent, pour la majeure partie, d'hydrogène. Ainsi, le bouillonnement a surtout une cause physique : l'acier liquide contient, à l'état de dissolution, plus d'hydrogène qu'il ne peut en garder lorsqu'il est devenu solide. C'est cet excès qui se dégage pendant le refroidissement. Pour qu'il n'y eût pas de dégagement, il faudrait que tout le gaz dissous à chaud pût rester dans le métal, c'est-à-dire que sa solubilité ne diminuât pas avec la température.

Or, MM. Troost et Hautefeuille ont montré que le silicium diminue la solubilité à chaud, dans l'acier fondu : d'autre part, le manganèse augmente la solubilité à froid, dans l'acier solide. Les aciers manganésés, tout en n'ayant pas de soufflures, contiennent beaucoup plus d'hydrogène occlus que les autres.

Ainsi, la présence simultanée de ces corps (qu'on introduit par le *silico-spiegel*) peut réaliser la condition demandée, la proportion d'hydrogène que dissout le bain cesse d'être supérieure à celle qui pourra rester occluse dans le lingot ; il n'y a plus de raison pour que ce gaz se dégage.

Ces réactifs n'auraient donc qu'une action physique. Cette explication parfaite en théorie, n'est pas cependant de nature à satisfaire entièrement ceux qui ont observé le phénomène dans les usines. Elle ne rend pas bien compte de l'apaisement subit qui se produit par des additions de réactif en quantité très faible. Un corps étranger ne peut modifier les propriétés physiques d'un métal qu'à condition d'y rester en proportions sensibles : comment se fait-il que l'aluminium, celui des réactifs qu'on ajoute à la dose la plus faible, et qui s'élimine le plus complètement, soit en même temps celui qui apaise le mieux les dégagements gazeux?

N'y a-t-il pas là un fait de nature à montrer que l'action chimique a une importance prépondérante, car l'aluminium, qui s'oxyde presque en entier, ne saurait modifier notablement les propriétés du métal et son efficacité supérieure ne peut guère s'expliquer que par la réaction énergique exercée sur les oxydes.

Je proposerai à ce sujet, une hypothèse qui m'est suggérée par la comparaison de phénomènes analogues plus faciles à étudier. On sait que, dans un liquide sursaturé de gaz dissous, l'agitation peut provoquer un dégagement qui n'avait pas lieu : c'est ainsi qu'on fait mousser le champagne ou la bière en frappant sur la bouteille. On produirait le même effet en y insufflant de l'air. D'autre part la présence

de bulles d'air libre dans un liquide facilite le dégagement des vapeurs : l'ébullition de l'eau est retardée quand elle est absolument privée d'air.

Si donc nous considérons un bain d'acier sursaturé d'hydrogène dissous, l'équilibre pourra se trouver rompu par la naissance, au sein de cette masse, de bulles d'un autre gaz libre, et ce phénomène provoquera le dégagement d'une partie de l'hydrogène. C'est ce qui arriverait quand il se produit de l'oxyde de carbone, et il suffirait d'empêcher sa formation pour que l'hydrogène restât dissous.

L'oxyde de carbone, tout en ne formant qu'une faible partie du dégagement gazeux, serait l'agent nécessaire et suffisant pour amorcer le bouillonnement. On s'expliquerait ainsi que les réactifs capables d'absorber l'oxygène sans produire des gaz calment l'ébullition même à dose très faible. Les idées soutenues par M. Pourcel et confirmées par des résultats pratiques se trouveraient ainsi d'accord avec la théorie ; l'oxyde de carbone serait bien le véritable ennemi, non par lui-même, il est vrai, mais par son action indirecte sur les autres gaz dont il provoque le dégagement.

Je ne prétends pas nier l'action physique que ces mêmes corps peuvent exercer en modifiant la solubilité de l'hydrogène. Je la crois réelle, surtout pour le manganèse, car cet élément ne prévient les soufflures qu'à condition de rester dans l'acier en proportion assez forte. Pour le silicium, qu'on emploie à dose beaucoup plus faible, et dont il reste peu dans le métal, s'il modifie avantageusement la solubilité, il doit aussi une partie, peut-être la plus importante, de son efficacité à son action chimique, à sa propriété d'empêcher la production d'oxyde de carbone¹. Enfin l'aluminium, qu'on emploie à dose homœopathique et qui disparaît presque tout entier, doit jouer exclusivement un rôle chimique, en absorbant tout l'oxygène sans production de gaz.

En somme, tous les avantages de l'aluminium seraient la conséquence indirecte de la facilité avec laquelle ce corps élimine l'oxyde de fer : ils se rattacheraient à une seule et même propriété, son affinité pour l'oxygène, jointe à sa fusibilité qui lui permet de réagir rapidement sur toute la masse liquide. A ce point de vue, les métaux alcalins et

le magnésium pourraient seuls l'égaliser, peut-être le surpasser, si leur emploi était pratique.

Quoi qu'il en soit, on emploie avec succès l'aluminium pour éviter les soufflures dans les aciers moulés, qui ont en général une résistance de 50 à 60 kilos et une teneur en carbone de 5 à 6 millièmes. Souvent on commence le raffinage avec du *spiegel*, qui sert en même temps à recarburer, puis on ajoute l'aluminium dans la poche de coulée, où sa présence calme instantanément l'ébullition. On obtient ainsi des moulages plus sains que par l'emploi du *silico-spiegel*.

On a d'abord employé l'aluminium sous forme d'alliage avec le fer. Le ferro-aluminium, tel qu'on le fabriquait au début des procédés électriques, ne contenait pas plus de 10 0/0 de métal actif. Cet alliage avait l'inconvénient d'être très peu fusible. Il fallait le chauffer au blanc avant de l'ajouter à l'acier. D'ailleurs, il ne peut se conserver longtemps sans altération. Peu à peu on a fabriqué des alliages plus riches. Aujourd'hui on emploie de préférence l'aluminium pur (du moins celui qui est vendu sous ce nom, mais qui est loin d'approcher de l'état de pureté chimique). Grâce à sa grande fusibilité, on peut en placer les morceaux froids dans la poche de coulée. Ils fondent au contact de l'acier, et s'élèvent à travers le bain en réagissant vivement sur toutes ces parties. La réaction est immédiate et le contact intime.

Plusieurs praticiens admettent aujourd'hui qu'il faut employer, dans la fabrication de l'acier, de l'aluminium pur. Cette opinion ne me paraît pas justifiable ; je serais bien tenté d'y voir une de ces superstitions qui s'accréditent souvent en métallurgie, par suite de la difficulté où l'on est d'analyser tous les facteurs des phénomènes complexes dont on ne saisit que le résultat pratique.

Les deux corps qui se rencontrent dans l'aluminium pur sont le fer et le silicium. Au point de vue des réactions chimiques, il est bien évident que la présence du fer est indifférente. Quant au silicium, son action est la même que celle de l'aluminium ; il n'y a qu'une différence d'intensité : sa présence, à dose modérée, ne peut donc être nuisible. La seule condition à remplir, c'est que ces deux corps ne soient pas en quantité suffisante pour modifier les propriétés physiques de l'alliage, surtout sa légèreté et sa fusibilité.

Le fer, à moins de 5 ou 6 0/0, ne semble pas avoir d'action sensible. Le silicium ne modifie pas la densité, et il augmente la fusibilité.

Je crois que des alliages à 10 ou 15 0/0 de silicium, avec 6 ou 10 0/0 de fer, remplaceraient parfaitement l'aluminium pur. Leur adoption par les fabricants d'acier offrirait un grand intérêt : on pourrait les fabriquer à beaucoup plus bas prix

¹ Je sais que les expériences du Dr Müller ne sont pas favorables à cette manière de voir : ce savant a constaté qu'en ajoutant le *silico-spiegel* dans la lingotière, à l'acier bien séparé des scories, le silicium s'oxyde fort peu et reste dans le métal : son action serait donc surtout physique. Mais ces expériences supposent la connaissance exacte de la composition du bain avant et après l'addition : et il est impossible de faire une prise d'essai qui corresponde sûrement à la composition moyenne. D'ailleurs, il y a fort peu d'oxygène à absorber, et l'action chimique peut être réelle quoique la quantité de réactif disparue soit très faible.

que l'aluminium, parce qu'on les obtiendrait en soumettant à l'électrolyse la bauxite brute¹. On pourrait même songer à utiliser le métal très siliceux extrait des argiles ordinaires.

Il est à désirer que des essais méthodiques viennent trancher la question, déterminer l'effet que produit dans le traitement de l'acier l'aluminium siliceux, et la limite de teneur au-dessus de laquelle le silicium offrirait des inconvénients réels.

L'aluminium étant un réactif cher, il y a intérêt à en réduire la consommation. Lorsqu'on n'aura pas de raison pour proscrire absolument le manganèse, il semble logique d'adopter la formule suivante : 1° Raffinage par le ferro-manganèse (aciers doux) ou par le *spiegel* (aciers durs), ces réactifs étant ajoutés dans le four ou dans une première poche de coulée, s'il faut éviter leur action sur les scories phosphoreuses ; 2° Transvasement dans une poche où on a placé le carbone en proportion nécessaire pour achever la carburation, avec quelques fragments d'aluminium pour éviter les soufflures.

Chaque élément est ainsi introduit à part, à la dose juste convenable pour remplir son rôle spécifique : le manganèse intervient d'abord comme réducteur des oxydes, plus efficace que le carbone et moins coûteux que l'aluminium ; le carbone arrive à son tour pour se combiner au fer épuré, et l'aluminium est là pour empêcher le carbone de s'oxyder en provoquant des dégagements gazeux et des soufflures.

Le travail est ainsi parfaitement réparti ; l'élaboration complète, le procédé élastique, facile à régler, et on peut obtenir à quelques millièmes près un métal de composition déterminée.

Le transvasement de la première poche de coulée dans la seconde, que j'ai indiqué d'une manière éventuelle, n'est pas comme on pourrait le croire, une complication matérielle fâcheuse. Il a l'avantage

de mieux brasser le métal, et de le rendre plus homogène : on l'a déjà, pour ce motif, adopté dans plusieurs aciéries où il n'a pas d'autre raison d'être et où on n'ajoute aucun réactif spécial dans la seconde poche.

M. Hadfield a montré dans une série d'études sur l'acier à l'aluminium que ce corps avait sensiblement la même action que le silicium. Il se demande si sa supériorité n'est pas seulement apparente, et due à ce qu'on l'emploie à peu près pur tandis que le silicium n'est introduit qu'à l'état d'alliages pauvres (le ferro-silicium ordinaire ne dépasse guère la teneur de 10 0/0 ; il atteint au plus celle de 15 à 20). Dans cette hypothèse, le silicium pur, ou du moins des alliages riches de ce corps, si on arrivait à en préparer à bon marché, pourraient prendre dans la fabrication de l'acier la place de l'aluminium.

Je ne partage pas entièrement cette opinion : l'aluminium offre deux avantages qu'il ne perdra pas : 1° son affinité plus grande pour l'oxygène, démontrée par ce fait qu'il réduit la silice, en fait un réactif plus énergique pour la désoxydation ; 2° sa fusibilité lui permet de se mélanger au bain plus rapidement, plus intimement que le silicium, et en rend l'emploi plus facile.

Je crois donc que l'emploi de l'aluminium est appelé à se généraliser pour toutes les variétés d'acier, de même que le procédé Darby doit devenir d'une application courante pour les aciers durs. Bien compris et bien maniés, ces deux procédés permettront sans doute à l'industrie de sortir du cercle des aciers manganésés, et de fabriquer en grand, au Bessemer ou au Martin, les aciers supérieurs exclusivement carburés, qui jusqu'à présent ne pouvaient se faire qu'au creuset.

U. Le Verrier.

Professeur de Métallurgie
au Conservatoire des Arts et Métiers.

LE CONGRÈS D'HYGIÈNE DE LONDRES

Le Congrès international d'Hygiène est triennal. Dans sa deuxième réunion, qui avait eu lieu à Vienne, Londres avait été désigné comme le siège du prochain congrès.

L'Angleterre a su réaliser dans le vaste domaine de l'hygiène d'importantes réformes dont les résultats sont déjà très appréciables et qui méritent de fixer l'attention des médecins et législateurs du monde entier. Nous ne sommes donc

point surpris que le Congrès qui vient de se tenir à Londres y ait attiré plus de deux mille sept cents hygiénistes. Mais le nombre des membres d'une réunion, leur qualité même ne suffisent pas pour la rendre utile. Sans aller jusqu'à dire avec le grand journal médical anglais, *The Lancet*, que le Congrès, considéré dans ses résultats, a été un échec, — *a failure*, — on doit constater qu'aucune décision importante n'y a été prise. Tandis que dans les réunions précédentes quelques grandes questions avaient été discutées, puis soumises au vote de l'assemblée, rien de pareil n'a eu lieu cette année.

¹ Ce problème a déjà été résolu par M. Adolphe Minet (*Comptes rendus de l'Académie* du 25 mai 1891, p. 4215.)

Bien que l'hygiène ne soit pas une science théorique et n'ait, en somme, sa raison d'être que dans les applications, il serait cependant injuste de contester l'importance du dernier Congrès. Les dispositions sanitaires découlent, en effet, des recherches scientifiques, et plusieurs de celles qui ont été exposées offrent, pour la pratique de demain, un intérêt évident.

Voici le résumé très succinct des principales communications faites sur les sujets à l'ordre du jour :

I. — DE L'IMMUNITÉ

Le Dr Roux (de Paris) ouvre la discussion, en rappelant que c'est à M. Pasteur que l'on doit les méthodes d'atténuation des virus, soit par l'action d'agents physiques (température, lumière, oxygène) soit par le passage dans des animaux d'espèces différentes. Il expose les résultats obtenus au moyen des vaccins chimiques, et insiste sur l'obscurité qui règne encore sur leur mode d'action, si dissimilable qu'on peut supposer l'existence de plusieurs produits distincts, les uns toxiques, les autres vaccinaux.

M. Roux discute ensuite les faits invoqués contre la théorie phagocytaire : il montre que la qualité bactéricide des humeurs peut être impuissante à produire l'immunité et, dans bien des cas, sinon tous, ne suffit pas à en rendre compte ; puis il expose des expériences remarquables, faites avec M. Metchnikoff, d'où il résulte que les sérums dits *microbicides* et *prophylactiques* agissent de deux façons à la fois : 1° en atteignant dans leur vitalité une certaine quantité des germes pathogènes introduits avec eux ; 2° en provoquant par appel chimiotactique, au lieu même de l'injection, une abondante accumulation de leucocytes qui dévorent les microbes infectieux¹. Enfin il explique l'immunité acquise par l'accoutumance des leucocytes aux produits microbiens.

M. Metchnikoff, très applaudi par l'assistance, traite de la théorie de la Phagocytose, qu'il a déjà exposée ici même².

Cette théorie rencontre des adversaires dans MM. Buchner (de Munich), Fodor (de Buda-Pesth), Babès (de Bucharest), Hankin (de Cambridge). Ce dernier formule ainsi sa conception de l'immunité : L'immunité, soit naturelle, soit acquise, est due à la présence de substances formées par le métabolisme de l'animal plutôt que par celui du microbe, ces produits ayant pour effet soit de

détruire le microbe lui-même, soit de neutraliser les substances pathogènes qu'il sécrète. M. Hankin ajoute, du reste, que cette théorie n'exclut pas les autres agents de protection et que chez certaines espèces l'immunité peut dépendre, soit partiellement, soit même totalement, d'autres facteurs. Pour lui, l'action bactéricide est due à l'existence, dans le sang, de protéides défensives, notamment d'un ferment particulier, le *cell globulin B*, qu'il ne paraît pas, du reste, avoir isolé.

II. — ÉTIOLOGIE ET PROPHYLAXIE DE LA DIPHTÉRIE.

M. Bergeron (de Paris), après avoir montré les ravages toujours croissants que fait la diphtérie en France (3.000 victimes par an), insiste sur la nécessité d'une désinfection énergique et complète. C'est par contagion directe que la maladie se propage. C'est donc contre les fausses membranes et les liquides de jetage qu'il faut diriger tous les efforts. Tous les objets susceptibles d'avoir été souillés doivent être désinfectés, ce qui, dans les grandes villes au moins, est très réalisable. Il n'en est pas de même de l'isolement : il y a encore trop d'inconnues : à quelle période du début la diphtérie est-elle transmissible ? Pendant combien de temps le convalescent reste-t-il dangereux ? Quelle quarantaine faut-il imposer aux enfants simplement suspects ? Il est encore difficile, selon lui, de rien préciser à ce sujet.

M. Seaaon (de Londres) fait remarquer que la diphtérie ne suit pas les lois qui paraissent régir les autres affections infectieuses. Elle est plus répandue dans les campagnes que dans les villes. Les mesures d'hygiène paraissent sans influence sur son développement. C'est ainsi qu'en Angleterre la mortalité par diphtérie a augmenté à mesure que l'on a entrepris des travaux importants pour l'amenée d'eau pure et l'assainissement des égouts, contrairement à ce que l'on observe pour la fièvre typhoïde.

M. Schrevels (de Tournai) arrive, en s'appuyant sur la statistique belge, à des conclusions opposées à celles de l'orateur précédent. La fièvre typhoïde et la diphtérie suivraient une marche parallèle, diminuant toutes deux dans certaines régions, présentant au contraire une recrudescence dans d'autres. Les deux affections seraient d'origine fécale ; toutefois le bacille de Loeffler se développerait surtout à la surface du sol, tandis que le bacille d'Eberth aurait le fond du sol pour habitat. Dans les campagnes les progrès de la diphtérie s'expliquent facilement par le séjour du bacille dans les nombreux immondices amassés à la surface du sol.

M. Adams (de Londres) admet un rapport constant entre les épidémies de diphtérie et les oscilla-

¹ Ce remarquable discours, que nous regrettons de ne pouvoir analyser, vient de paraître dans les *Annales de l'Institut Pasteur* (n° du 25 août 1891).

² METCHNIKOFF. Recherches nouvelles sur la Phagocytose dans la *Revue* du 30 juillet 1890, t. I, page 425.

tions de la nappe d'eau souterraine. Ces oscillations ont, selon lui, pour effet, de déplacer le micro-organisme, d'en favoriser le développement, puis la dissémination au moment de la dessiccation du sol.

III. — ÉTIOLOGIE DE LA MALARIA.

M. Laveran décrit les formes sous lesquelles se présente l'hématozoaire de la malaria, qu'il s'attache à différencier des hématozoaires signalés chez les oiseaux par Danilewsky, par des considérations tirées de la morphologie et surtout des études expérimentales : jamais les injections de sang palustre n'ont déterminé l'infection chez les oiseaux.

M. Crookshank admet volontiers que la malaria a pour agent les organismes décrits par M. Laveran ; mais il ne faut pas oublier, dit-il, que l'on rencontre également des hématozoaires chez les animaux sains.

M. Hueppe (de Prague), admet absolument les vues de M. Laveran, tandis que M. Noth, après avoir fait remarquer que le plasmodium n'a jamais été trouvé dans le sol ni dans l'eau incriminés, que les injections de liquides ayant lavé des terres malariques n'ont donné aucun résultat, croit qu'il s'agit d'un organisme plus élevé que ceux de M. Laveran. Les opérations chirurgicales suffisent dans les pays tropicaux pour faire éclater la fièvre intermittente, et le *schöck* seul suffit peut-être à modifier la thermogénèse déjà impressionnée par les conditions climatiques.

IV. — ÉTIOLOGIE DU CHOLÉRA.

M. Hueppe indique les résultats qu'il a obtenus en cultivant le bacille virgule dans des milieux artificiels. Il a réussi à déterminer la mort chez les animaux injectés avec ces cultures ; il insiste sur l'élaboration des poisons chimiques par le bacille dans l'intestin. — MM. Klein et Cunningham n'admettent pas au contraire la spécificité du *bacille virgule* ; il existe toujours en trop petite quantité dans l'intestin des cholériques pour produire les effets observés ; quant à sa forme, elle est très variable, puisque M. Cunningham a pu noter huit bacilles virgules différents par la forme et le mode de culture. Le *Komma bacillus* se rencontre enfin dans la muqueuse du cobaye et du singe. — M. Bruce fait observer à ce sujet que es cobayes ont tous succombé à des cultures pures de bacilles, alors que les rats résistaient. Le bacille se cultive bien à l'intérieur des œufs et y conserve longtemps sa virulence.

V. — ÉTIOLOGIE DE LA FIÈVRE TYPHOÏDE.

M. Schneider (de Paris), chargé par l'Administration de la Guerre d'exposer au Congrès les

travaux entrepris pour lutter contre la fièvre typhoïde, donne les chiffres officiels qui indiquent les progrès accomplis. Le nombre des cas, qui était de 6.000 en 1887, serait tombé au-dessous de 4.000 en 1890, soit une diminution de 30 %. Cette amélioration viendrait principalement de l'approvisionnement en eau pure de toutes les garnisons, soit qu'il s'agisse d'eau de source, soit que l'eau soit filtrée.

Les médecins anglais ont laissé de côté la question du contagion par l'eau ; ils ont surtout étudié la fièvre typhoïde dans les Indes. Le Dr Noller insiste sur la facilité avec laquelle les jeunes recrues contractent l'affection, surtout s'ils débarquent pendant la saison chaude ; il demande le retour aux vieilles troupes coloniales, faisant de longs congés.

M. Harvey montre combien il est difficile d'établir des statistiques comparatives sur la fièvre typhoïde, étant données les divergences de diagnostic pour certaines maladies. C'est ainsi qu'il existe dans les pays tropicaux certains cas que l'on désigne sous le nom de fièvre typhoïde malarique et qui ne paraissent pas être la fièvre typhoïde, mais plutôt une malaria avec symptômes typhoïdiques.

Cette opinion paraît généralement admise, malgré l'assertion du Dr Godfrey, des États-Unis, qui aurait trouvé, chez les mêmes malades, le bacille d'Eberth et le plasmodium de Laveran.

M. Arloing communique les recherches de MM. Roux et Rodet, tendant à démontrer que le *Bacille d'Eberth* n'est qu'une simple variété du *Bacillus Coli communis*, recherches connues de nos lecteurs¹.

VI. — NATURE INFECTIEUSE DU CANCER.

MM. Shattock et Ballance décrivent les tentatives entreprises jusqu'ici pour cultiver le soi-disant microbe du cancer, ou inoculer des parcelles cancéreuses ; toutes ont jusqu'ici échoué. Telle est en résumé la conclusion de ces auteurs.

MM. Duplay et Cazin n'admettent pas que l'on puisse actuellement conclure à l'existence des cocciidies dans les cancers épithéliaux.

Ces importantes questions seront traitées ultérieurement avec plus de détail dans la *Revue*.

VII. — INTOXICATIONS ALIMENTAIRES.

Les aliments avariés peuvent déterminer des affections bien caractéristiques et qui sont nettement d'origine infectieuse. M. Ballard décrit les variations observées dans la période d'incubation, quelquefois nulle, et les explique par le double

¹ Voyez la *Revue* du 30 mars 1891, t. II, p. 178.

mécanisme de l'intoxication : Les micro-organismes peuvent être ingérés avant qu'ils aient produit dans l'aliment une quantité suffisante de poisons chimiques : il y a alors incubation ; les symptômes morbides n'apparaissent qu'avec le développement de la bactérie dans le corps. Si, au contraire, les poisons chimiques sont en quantité suffisante, on assiste à une véritable intoxication chimique, rapide et se produisant d'emblée. La propreté la plus rigoureuse dans le traitement des viandes est le moyen préventif par excellence.

M. Vaughan insiste également sur les bactéries qui peuvent se trouver dans les aliments, soit qu'elles proviennent d'animaux atteints eux-mêmes d'une maladie infectueuse, soit qu'il s'agisse d'organismes saprophytes.

M. Raphaël Blanchard rappelle que certains animaux, des poissons notamment, ont une chair toxique par elle-même, par suite de la présence de leucomaines physiologiques.

A propos des maladies infectieuses des trayons de la vache, transmissibles à l'homme, M. Chauveau fait remarquer que la fièvre aphteuse et la vaccine sont les deux seules affections qu'il a reconnues transmissibles de la vache à l'homme. En ce qui concerne l'identité de la vaccine et de la variole, il n'a jamais pu transformer la variole en vaccine par le passage sur le veau.

VIII. — LA QUESTION DES ÉGOUTS

M. James Lemon compare le système anglais au système français. La description de ce dernier est un peu faite pour les besoins de la cause. Si le principe anglais est d'entraîner rapidement toutes les matières excrémentielles, grâce à une pente rapide et une grande masse d'eau (120 litres au moins par habitant), les nouveaux travaux effectués en France, et le système d'appareil de chasse, permettent d'arriver presque au même résultat. Le système anglais diffère surtout du système français en ce que l'enlèvement des eaux ménagères est toujours au premier plan, tandis qu'en France on se préoccupe plus spécialement de la disparition des eaux provenant du lavage des rues.

M. Thresh soutient que, pour purifier les eaux d'égout, il est nécessaire d'utiliser plusieurs procédés combinés de désinfection : procédés mécaniques, chimiques ou électriques. Il critique successivement la décantation, la filtration sur le sable, et tous les procédés isolés. Aussi arrive-t-il à préconiser le système essayé en Angleterre depuis quelque temps et qui consiste à traiter les eaux décantées par la saumure de hareng et la chaux : la saumure agit comme antiseptique et la chaux précipite les matières.

M. Carpener insiste sur la nécessité d'utiliser les principes fertilisants que renferment les eaux d'égouts. Il montre que les irrigations faites avec les eaux d'égouts n'exercent aucune influence délétère sur la population, que les produits de culture obtenus n'offrent aucun danger, que l'eau sort pure des champs d'irrigation. La proposition suivante, présentée par le président, M. Roscoe, n'a été votée qu'après une vive opposition de quelques membres : « *L'assemblée est d'avis que la meilleure manière de disposer les eaux d'égouts des villes est de les purifier et de les utiliser au moyen du sol.* »

IX. — INFLUENCE DES BROUILLARDS SUR L'ÉTAT SANITAIRE

Les recherches poursuivies à Manchester par la Société d'étude des sciences naturelles avaient pour objet de déterminer l'influence qu'exercent sur la composition de l'air : la densité de la population, l'état sanitaire des différentes parties de la ville, la fumée et le dégagement des gaz et des vapeurs industrielles, les brouillards. Pendant les brouillards, la quantité d'acide sulfurique contenue dans l'air est considérablement augmentée. Les variations sont de 1 à 26. L'analyse de la neige a montré que, pendant trois jours de brouillard, il était tombé dans le centre de la ville 10 à 30 milligrammes d'acide sulfurique par mille carré. L'examen des dépôts faits sur les feuilles des arbres explique la difficulté que rencontrent les plantés à se développer dans les villes.

Le Dr William proteste contre les mauvais effets attribués aux brouillards. S'ils ont causé quelquefois des bronchites ou des pneumonies, ils ont parfois aussi exercé une salutaire influence sur les asthmatiques. Telle n'est pas l'opinion de M. Hart. Si quelques asthmatiques, en petit nombre, se trouvent bien des brouillards de Londres, les chiffres montrent que durant les périodes de grands brouillards la mortalité est accrue de beaucoup. Ce sont les maisons particulières qui sont la source principale des fumées qui planent sur les villes ; il serait à désirer qu'une loi intervint pour réglementer les appareils de chauffage. M. Honglon appuie cette motion, en demandant qu'une taxe soit établie sur les maisons qui ne seraient pas pourvues d'appareils fumivores.

Comme on le voit, les congressistes ont apporté cette année à beaucoup de questions pendantes d'importantes contributions personnelles et, en ces difficiles problèmes, préparé les voies aux solutions définitives.

Louis Olivier.

LA NOMOGRAPHIE

REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES LOIS A UN NOMBRE QUELCONQUE DE VARIABLES

Le calcul est la clef de la technique d'une foule de professions; le financier, l'actuaire, l'ingénieur, le mécanicien, l'électricien, le navigateur, l'artilleur, etc... sont forcés d'y recourir dans l'application de certaines formules dont le nombre est, en réalité, assez restreint pour chaque spécialité, mais qui reviennent très fréquemment. Il y a donc un intérêt très général à simplifier autant que faire se peut les opérations qu'exige le calcul numérique. Ce progrès a été recherché dans diverses voies, soit par l'artifice des opérations abrégées, soit par l'établissement de tables numériques, soit par l'invention de machines ou de règles à calculer ¹, soit enfin par l'application de la méthode graphique. Cette application peut s'effectuer de deux manières très différentes et qu'on a souvent le tort de confondre sous l'appellation unique de *calcul graphique*. Ce terme nous semble devoir être réservé à l'ensemble des procédés qui ont pour but, certaines quantités étant représentées par divers éléments géométriques du plan (segments de droite, angles,...) d'en déduire *au moyen d'une construction* les quantités à déterminer liées aux premières par des formules connues. A cette catégorie se rattachent en particulier les procédés de la *statique graphique*. Mais la méthode graphique peut encore venir en aide au calculateur d'une façon toute différente, en traduisant par une image, dite *abaque*, la loi qui unit un certain nombre de quantités simultanément variables, de façon à permettre, *par une simple lecture*, étant données des valeurs particulières pour toutes ces quantités sauf une, d'avoir la ou les valeurs correspondantes de celle-ci. C'est cette dernière manière simplifiée d'opérer les calculs, à laquelle nous avons donné le nom de *Nomographie* (*νόμος*, loi), que nous avons seulement en vue dans le présent article. Nous nous proposons d'exposer sous une forme condensée les progrès qu'elle a réalisés en ces derniers temps, et nous espérons, par là, faire ressortir aux yeux de ceux qui voudront bien nous lire, la haute importance pratique qu'elle a acquise aujourd'hui et les promesses qu'elle fait entrevoir dans l'avenir.

I

Une équation est l'expression analytique de la loi qui fait dépendre les unes des autres un cer-

tain nombre de quantités définies. La *représentation géométrique* d'une telle équation est fournie par la méthode cartésienne complétée par la notion conventionnelle des hyperespaces. Si, en effet, les diverses quantités qui figurent dans l'équation sont prises pour des coordonnées courantes, cette équation définit un être géométrique qui peut à son tour en être considéré comme la représentation. Cette image, parfaitement suffisante pour le mathématicien, est, sauf dans le cas de deux variables, sans intérêt pour le calculateur. Pour ne prendre que le cas de trois variables, il est bien évident que la surface correspondante de l'espace, ne pouvant être effectivement, réalisée n'a aucune utilité pratique. Que dire dès lors de ces êtres fictifs que sont les surfaces à plus de trois dimensions! De là, la nécessité de la *représentation graphique* des équations dont le but est de ramener au seul plan l'interprétation des faits analytiques synthétisés dans ces équations. Est-il besoin d'ajouter qu'une telle représentation n'a lieu d'être réalisée dans la pratique qu'autant que la formule à laquelle elle s'applique est de celles dont l'usage est, en quelque sorte, permanent? La construction d'un abaque est, en pareil cas, la source d'une très sérieuse économie de temps; elle ne serait autrement qu'une complication inutile.

II

La *représentation géométrique*, dans le cas de deux variables, se confond, avons nous dit, avec la *représentation graphique*. Une équation entre deux variables définit, en effet, dans l'admirable méthode de Descartes, une courbe tracée sur un plan. La difficulté ne commence qu'avec les équations à trois variables; mais pour celles-ci la solution générale est acquise depuis longtemps; elle consiste en l'emploi des *lignes d'égal élément* ou *lignes isoplièthes* ¹; x, y, z , étant les trois quantités liées par l'équation considérée, si l'on donne à z une valeur particulière, l'équation en x et y qui en résulte définit une certaine courbe qu'on pourra désigner par la valeur correspondante de z , dite sa *cote*. En faisant varier z , on obtient ainsi sur le plan une série de courbes cotées dites *isoplièthes* en raison de ce que pour tous les points de chacune d'elles la valeur de l'élément z est la même. Si l'on suppose ces diverses lignes tracées sur un plan quadrillé parallèlement aux axes de coordonnées, on obtient

¹ A celles-ci se rattachent les ingénieuses réglottes mobiles de M. Genaille sur lesquelles l'attention du public ayant été appelée par M. Ed. Lucas, inventeur lui-même de divers appareils à calcul habilement conçus.

¹ Terme proposé par M. Vogler et adopté par M. Lalanée.

l'abaque de l'équation proposée (fig. 1). Étant données des valeurs particulières pour x et y , si on veut la valeur correspondante de z , il suffit de prendre le point de rencontre des lignes du quadrillage correspondant d'une part à la valeur de x , de l'autre à celle de y , et de lire la cote z de l'isoplèthe passant en ce point. Ainsi sur la figure 1, pour

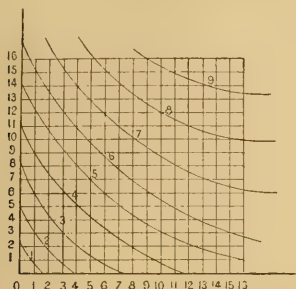


Fig. 1. — Schema indiquant la disposition générale d'un abaque.

$x=4$, $y=8$, on a $z=5$. On pourra de même se donner z et soit x , soit y , pour en déduire y ou x .

A qui convient-il d'attribuer l'invention de cette représentation graphique des équations à trois variables? Nous ignorons s'il peut être fait une réponse précise à cette question. Les équations de cette sorte sont très fréquentes dans la pratique et il est tout naturel que divers auteurs aient été amenés, indépendamment les uns des autres, à avoir, sur un cas particulier, l'idée de ce mode de représentation. Celle-ci a été rencontrée notamment par Pouchet (*Arithmétique linéaire*; 1795), par d'Obenheim (*Balistique*; 1814, — *Mémoire sur la planchette du canonier*; 1818), par Bellement (*Construction graphique des tables Lombard*; 1830), par Allix (*Nouveau système de tarifs*; 1840), par d'autres encore, sans doute. Mais il semble que ce soit à Terquem, le savant fondateur, avec M. Geron, des *Nouvelles Annales de Mathématiques*, qu'elle ait dû d'être énoncée d'une façon à la fois précise et définitive (*Mémorial d'artillerie*; n° 3, 1830). Et Terquem, en formulant la méthode en termes généraux, fit observer que cette façon de représenter les équations à trois variables était identique à la figuration sur un plan d'une surface topographique par la projection de ses courbes de niveau.

C'est cette idée féconde des courbes isoplèthes qui constitue la base de tous les procédés de représentation graphique des formules analytiques entre plus de deux variables. Toutefois sa mise en œuvre a été grandement facilitée par le moyen de quelques autres principes; c'est le point que nous allons maintenant examiner.

III

Le premier de ces principes est celui de l'*anamorphose* qui a été imaginé en 1843 par M. Lalanne, ingénieur des ponts et chaussées. Ce principe a pour but, lorsque la forme de l'équation s'y prête, d'opérer une transformation qui substitue aux courbes isoplèthes de simples droites. Il est inutile d'insister sur l'importance pratique de ce principe. Disons en quelques mots en quoi il consiste. Si l'équation proposée peut se mettre sous la forme

$$1) \quad f(x) \psi_1(z) + \varphi(y) \psi_2(z) + \psi_3(z) = 0,$$

il suffit de poser $X = f(x)$ et $Y = \varphi(y)$, ce qui revient à coter x la parallèle à l'axe des y dont l'abscisse est égale à $f(x)$ et y la parallèle à l'axe des x dont l'ordonnée est égale à $\varphi(y)$, pour transformer en équations linéaires les équations obtenues en particulier la valeur de z , c'est-à-dire pour avoir des droites comme lignes isoplèthes (fig. 2).

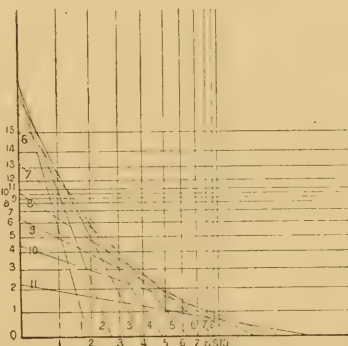


Fig. 2. — Schema indiquant la disposition générale d'un abaque anamorphosé.

C'est grâce à cet ingénieux artifice que M. Lalanne a pu dresser pour le calcul des profils de déblai et de remblais abaques rectilignes, aujourd'hui classiques, qui ont rendu tant de services, notamment lors de l'établissement des projets de nos grands réseaux de chemins de fer¹. D'autres applications importantes en ont été faites depuis, notamment par M. Collignon à diverses formules usuelles d'hydraulique, par le commandant Chéry (aujourd'hui général) aux calculs de résistance des matériaux, etc...

On voit tout de suite que le principe de l'anamorphose, tel que l'a formulé M. Lalanne, est susceptible d'être généralisé. Ce savant ingénieur

¹ M. Lalanne a donné un intéressant résumé de ses travaux sur la matière dans les *Notices* publiées par les soins du Ministère des Travaux publics à l'occasion de l'Exposition Universelle de 1878 (p. 429 à 484).

suppose toujours, en effet, qu'aux variables x et y correspondent respectivement deux cours de droites cotées parallèles aux axes de coordonnées. Or ceux-ci peuvent tout aussi bien être remplacés par deux systèmes quelconques de droites graduées. Il suffit pour cela de supposer que les coefficients de l'équation de la droite qui engendre le premier de ces systèmes soient des fonctions de x seulement, et ceux de la droite qui engendre le second, des fonctions de y seulement. On a ainsi trois systèmes constitués par des droites variables dont les équations ont des coefficients qui ne renferment respectivement que x , y ou z . La condition pour que ces droites soient concourantes se traduit précisément par l'équation en x , y et z dont l'abaque ainsi construit fournit la représentation. Cette condition s'écrit immédiatement sous forme de déterminant; on voit que celui-ci renferme six fonctions arbitraires contenant groupées deux à deux, chacune une seule des trois variables, alors que les équations considérées par M. Lalanne ne contenaient que quatre fonctions arbitraires, une en x , une en y et deux en z . Cette généralisation du principe de l'anamorphose se trouve indiquée dans un travail de M. Massau¹ qui renferme de fort intéressantes considérations sur l'intégration graphique. Nous avons, à notre tour, fait voir comment une application judicieuse du principe de dualité permettait de substituer aux abaques à droites isoplèthes d'autres abaques à points isoplèthes, à la fois plus simples, plus clairs et se prêtant mieux à l'interpolation à vue. C'est un point sur lequel nous reviendrons plus loin.

IV

Lorsque l'équation est à plus de trois variables, sa représentation graphique, dans le cas général, semble au premier abord n'être pas possible. S'il s'agit par exemple, d'une relation entre quatre variables, pour chaque valeur de l'une d'elles, l'ensemble des trois autres donne à lui seul naissance à un abaque recouvrant tout le plan. La superposition de ces divers abaques est matériellement irréalisable. Il y a donc un très grand intérêt à chercher des catégories aussi générales que possible d'équations de ce genre pour lesquelles on pourra faire connaître un tel genre de représentation. Un pas, des plus importants, a été fait dans cette voie par M. l'ingénieur des mines Lallemand, connu, par ailleurs, pour ses beaux travaux de géodésie. Les équations dont il a fait connaître la représentation répondent au caractère suivant : chacun de leurs membres se compose d'une somme

de produits de fonctions de deux variables seulement. Ces équations sont donc de la forme.

$$(2) \quad F(x, y) \Phi(p, q) \Psi(u, v) \dots \pm f(x', t) \varphi(z, s) \dots \\ = \chi(\alpha, \beta) \psi(\gamma, \delta) \dots$$

Ces fonctions de deux variables peuvent être dites les *éléments binaires* de l'équation. Les valeurs de chacune d'elles sont fournies par un abaque à isoplèthes, anamorphosé ou non, qui les donne sur un axe gradué *naturellement*, c'est-à-dire en segments proportionnels à leur grandeur. Grâce à un groupement convenable de ces abaques partiels ces segments représentatifs sont combinés par voie de multiplication, et les produits obtenus par voie d'addition au moyen d'un procédé très ingénieux imaginé à cet effet par M. Lallemand. Dans ce procédé, l'addition graphique, basée sur une propriété remarquable d'axes inclinés à 60° les uns sur les autres, s'opère au moyen d'un indicateur transparent dont les axes sont les diagonales d'un hexagone régulier; d'où le nom d'*abaques hexagonaux* donné par Lallemand à ses tableaux graphiques.

L'importance de ceux-ci est attestée par les nombreuses applications qu'en a faites M. Lallemand au service du nivellement général de la France, dont il est chargé. Les opérations sur le terrain qu'exige ce nivellement sont, en effet, complétées, dans les bureaux, par des calculs laborieux résultant de l'application de formules de corrections compliquées où entrent de nombreuses variables. Par la construction de ses abaques, M. Lallemand est parvenu à affranchir son personnel de cette fastidieuse besogne, réalisant ainsi une énorme économie de temps. Il a, en outre, dressé des abaques analogues pour des spécialités autres que la sienne; citons celui des déblais et remblais, celui de la déviation du compas, etc... La pratique offre, en effet, un champ d'application pour ainsi dire indéfini à l'application de la méthode de M. Lallemand.

V

Le groupement deux à deux des variables, destiné à faire apparaître dans l'équation les éléments binaires dont il a été parlé plus haut, n'est pas toujours possible. La difficulté peut parfois être tournée par l'admission de la même variable dans plusieurs éléments binaires; mais celle-ci donne alors naissance à un cours spécial d'isoplèthes dans l'abaque partiel correspondant à chacun d'eux. Outre qu'il résulte de là certaine complication, il faut remarquer que *l'abaque ne permet le calcul d'une des quantités qui y figurent qu'autant qu'à celle-ci ne correspond qu'un seul cours d'isoplèthes*. Cette remarque montre, en particulier, que les abaques hexagonaux ne sauraient se prêter à la résolution des équations algébriques à plus de trois termes. Il est donc intéressant de rechercher des méthodes

¹ Annales de l'Association des ingénieurs sortis des écoles spéciales de Gand, 1884.

s'appliquant à des équations à plus de trois variables, autres que celles qui rentrent dans le type (2) écrit plus haut et dans lesquelles ne corresponde à chacune des variables qu'un seul cours d'isoplèthes.

Nous avons, pour notre part, été amené à une telle méthode par une extension de celle que nous avons succinctement indiquée à la fin du § III et dont nous allons maintenant dire quelques mots : dans les abaques anamorphosés les plus généraux, dont il a été question au § III, à chacune des trois variables correspond un système de droites cotées ; ces droites sont les tangentes à une certaine courbe. Dès lors, si nous appliquons le principe de dualité, ¹ en substituant l'usage de coordonnées tangentiellles à celui de coordonnées ponctuelles, nous voyons qu'au lieu de l'ensemble des tangentes à trois courbes, nous aurons un abaque composé de l'ensemble des points de trois courbes, le mode de correspondance de ces points résultant de la formule donnée consistant en leur alignement sur une même ligne droite. En un mot, nous transformons l'abaque de telle sorte qu'au lieu de trois systèmes de droites cotées il ne comporte plus que trois systèmes de points cotés, autrement dit, trois courbes graduées. L'image ainsi obtenue est à la fois plus claire et plus facile à construire. Mais, ce n'est pas tout. Si dans le cas de notre premier abaque nous supposons que le système de droites répondant à une des trois variables dépende lui-même d'un quatrième paramètre et que nous fassions varier celui-ci, nous aurons, pour chacune de ses valeurs, un nouveau système de droites, et la superposition de ces divers faisceaux cotés présenterait une telle confusion qu'il serait matériellement impossible de construire l'abaque qui en résulterait. Grâce, au contraire, à la transformation dualistique que nous avons indiquée plus haut, lorsque nous faisons varier le quatrième paramètre, la courbe graduée correspondante se déplace dans le plan ; chacune des positions de cette courbe correspond à une valeur de la quatrième variable qui en constitue la cote ; et les points de même graduation de ces courbes successives sont eux-mêmes distribués sur des courbes dont leur commune graduation fournit la cote. Telle est, en termes généraux, l'idée que nous avons appliquée dans un travail récent ². Elle conduit pour des équations à quatre variables

x, y, z, t , dont le type général renferme six fonctions arbitraires (deux de x , deux de y , deux de z et t) à des abaques composés de deux courbes graduées répondant l'une aux valeurs de x , l'autre aux valeurs de y , et de deux systèmes de courbes cotées répondant l'un aux valeurs de y , l'autre aux valeurs de t (fig. 3). Le mode de liaison entre points

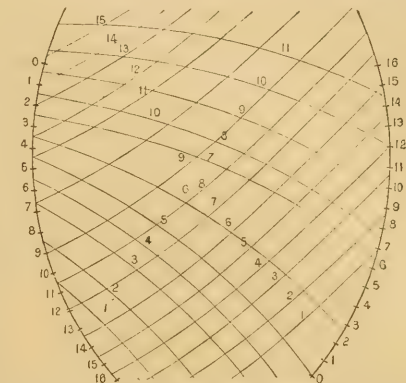


Fig. 3. — Schema indiquant la disposition générale d'un abaque d'équation à quatre variables dans la méthode des points isoplèthes.

se correspondant en vertu de la formule donnée sera le suivant : la droite joignant le point coté x au point coté y passe par le point de croisement des courbes cotées respectivement z et t .

Ajoutons que l'application de ce principe est particulièrement commode au moyen des coordonnées tangentiellles que nous avons appelées *parallèles*, préférables à cet égard aux coordonnées *pluckériennes*.

On obtient notamment de cette manière des abaques résolvant l'équation *complète* du troisième degré, et, plus généralement, toute équation dont les coefficients dépendent de trois paramètres arbitraires ¹.

Il est bien évident que de même qu'en partant du cas de trois variables, nous en avons associé une quatrième à l'une de celles-ci, nous aurions pu aussi en associer de nouvelles respectivement aux deux autres ou seulement à l'une d'entre elles.

¹ Les équations du type

$$\chi_1(t) + f(x) \chi_2(t) + \varphi(y) \chi_3(t) + \psi(z) \chi_1(t) = 0$$

représentées dans le système des abaques hexagonaux, exigent trois échelles binaires comportant chacune une graduation pour t et une graduation pour une des autres variables, soit en tout six graduations ; en outre, l'abaque ainsi obtenu ne permet pas de prendre t pour inconnue. L'application de notre méthode conduit pour ces équations à des abaques à quatre graduations seulement (une pour chaque variable) qui permettent de prendre pour inconnue l'une quelconque des variables.

² Rappelons que ce principe consiste à faire correspondre l'une à l'autre deux figures de façon que les éléments corrélatifs des points de l'une soient les droites de l'autre, et réciproquement. Il résulte de là qu'à un ensemble de droites concourantes de l'une correspond, dans l'autre, un ensemble de points en ligne droite.

³ *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences*, 23 février 1891.

Nous obtiendrons ainsi les abaques de certains types généraux d'équations à six et à cinq variables.

VI

L'étude comparative des diverses méthodes rapidement indiquées dans les lignes qui précèdent nous a amené à reconnaître, en dépit des différences caractéristiques de leur mode d'application et de la diversité des points de départ d'où les ont fait dériver leurs auteurs, que ces méthodes ne résultent, au fond, que de variantes dans la mise en œuvre d'un principe unique qui se trouve ainsi dominer l'ensemble du corps de doctrine auquel nous donnons le nom de *Nomographie*. Cette remarque nous a permis dès lors de faire de ces diverses méthodes un exposé systématique auquel s'attache un double intérêt : un intérêt philosophique tenant à la mise en lumière du principe qui

gouverne cette branche spéciale de la science appliquée ; un intérêt pratique tenant d'une part à la plus grande facilité d'assimilation de méthodes qui exigeaient jusqu'ici chacune une étude particulière, de l'autre à la plus grande sûreté des applications pour lesquelles la théorie générale indique, dans chaque cas, la façon dont il faut faire intervenir les principes.

Ce nouveau corps de doctrine, dont l'utilité pour les hommes techniques n'a pas besoin, croyons-nous, d'être démontrée, offre pour les mathématiciens l'intérêt d'une vaste application, à un ordre de choses purement pratique, des théories de la géométrie analytique.

Il nous a paru utile de fixer, sous une forme succincte, dans l'article qu'on vient de lire, la genèse des idées qui ont présidé à son élaboration.

Maurice d'Ocagne,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

REVUE ANNUELLE DE GÉOLOGIE

Il nous a semblé, comme l'an dernier, qu'au lieu de citer en quelques mots une grande quantité de travaux, il était préférable de signaler avec quelques détails un petit nombre de publications importantes et d'un intérêt général.

Nous nous sommes donc borné à rendre compte de diverses études sur la formation des roches cristallines, sur l'âge des principales montagnes de l'Asie, sur l'histoire géologique de l'Amérique du Sud, sur le mode d'accroissement des récifs de coraux, etc., laissant forcément de côté un nombre considérable de travaux remarquables, mais que le cadre restreint de cette *Revue* ne nous permet même pas de citer.

I

Le compte rendu du Congrès géologique tenu à Londres en 1888 vient seulement d'être délivré aux souscripteurs, au moment même où les géologues de toutes les nations se réunissaient de nouveau aux Etats-Unis. Bien qu'une partie de ce gros volume ne soit que la reproduction de documents qui avaient déjà été communiqués aux membres du Congrès il y trois ans, nous y trouvons pourtant plusieurs mémoires intéressants et encore inédits.

La principale question à l'ordre du jour était

celle de l'origine et de la classification des schistes cristallins ; sur la demande du Comité d'organisation, tous les géologues qui avaient spécialement étudié ces roches avaient envoyé des mémoires qui ont pour la plupart été publiés avant le congrès et ont servi de base aux discussions. Seul le travail de M. Reusch n'était pas encore imprimé, étant parvenu trop tard à Londres : nous en donnerons ici un aperçu.

M. Reusch étudie depuis de longues années les terrains de la Norvège occidentale, et il y a reconnu trois divisions : 1° l'Archéen, composé de granite et de gneiss-granite ; 2° le Cambro-silurien formé de schistes cristallins produits par le métamorphisme régional de roches sédimentaires et métamorphiques ; 3° quelques grès et conglomérats d'âge incertain, peut-être dévonien.

M. Reusch pense que les schistes cristallins du Cambro-silurien ont été produits par métamorphisme aux dépens des schistes, grès et conglomérats qui constituent le facies normal de ce terrain ; la découverte de trilobites et d'autres fossiles encore reconnaissables, dans les schistes cristallins, lui semble le prouver indiscutablement. Mais des schistes semblables peuvent aussi se former par métamorphisme aux dépens de roches éruptives.

Inversement ce géologue admet que des roches, considérées comme éruptives, peuvent être le résultat d'un métamorphisme intense des roches sédimentaires. Tel serait le cas du granite de

¹ *Nomographie. Les calculs usuels effectués au moyen des abaques. Essai d'une théorie générale. Règles pratiques. Exemples d'application* ; 1 vol. in-8° de 96 pages, avec figures dans le texte et 8 planches. Gauthier Villars et fils ; Paris ; 1891.

l'île de Bömmelö, qui possède tous les caractères habituels des roches éruptives, mais qui renferme tantôt une bande rocheuse composée de cailloux arrondis et ressemblant à un conglomérat modifié, tantôt des fragments d'amphibolite, divers schistes calcifères ou un calcaire saccharoïde stratifié. Ces inclusions, qui ont souvent plus d'un kilomètre de longueur, seraient les restes des bancs qui existaient dans les sédiments (grès feldspathiques?) par la fusion desquels le granite lui-même aurait été formé.

II

Dans la longue et remarquable discussion qui a eu lieu à Londres sur les schistes cristallins, les opinions les plus diverses ont été soutenues. Il semble pourtant résulter de l'ensemble des communications qu'il y a deux sortes de schistes cristallins : les uns, inférieurs au Cambrien, comprennent les gneiss proprement dits; les autres, qui peuvent présenter une cristallisation plus ou moins complète, proviennent de terrains sédimentaires ou de roches éruptives d'âges très divers.

L'existence de cette deuxième série, produit du métamorphisme de pression, était repoussée par la majorité des géologues jusqu'à ces dernières années; mais la découverte de fossiles dans les couches cristallines elles-mêmes ou dans des bancs intercalés, en un grand nombre de points différents de la surface du globe, ne laisse plus de doute actuellement sur l'existence de schistes cristallins à divers niveaux de la série sédimentaire : on en cite de primaires, de secondaires et même de tertiaires (Alpes, Italie, etc.).

III

La classification du Primaire inférieur a fait aussi l'objet des discussions du Congrès; mais, malgré l'ardeur avec laquelle les géologues anglais s'occupent de cette question, il nous semble qu'elle n'offre que peu d'intérêt. Puisque tous sont d'accord sur l'ordre de succession des assises, peu nous importe que l'on adopte pour désigner les principales divisions, les dénominations données par Sedgwick, celles qui ont été inventées par Murchison, ou d'autres encore proposées plus récemment? Malheureusement, les diverses écoles semblent s'être fait un point d'honneur de ne rien changer aux dénominations usitées par leurs chefs, et il se passera probablement encore longtemps avant que les termes de Cambrien et de Silurien aient pour tous la même signification.

IV

Enfin on s'est occupé à Londres de tracer la limite des terrains tertiaires et quaternaires; mal-

gré les objections présentées par quelques géologues, la majorité était évidemment d'avis qu'il était utile de maintenir le Quaternaire comme une division de premier ordre et non pas comme une subdivision du Tertiaire.

V

Grâce à la remarquable organisation de son *Geological Survey*, l'Inde anglaise sera bientôt aussi connue, au point de vue géologique, que beaucoup de pays de l'Europe, bien que l'immense étendue de son territoire et le manque de voies de communication y rendent les observations longues et difficiles.

Nous appellerons l'attention cette année sur un travail de M. R. D. Oldham¹, sur l'âge du soulèvement des Monts Himalayas; l'auteur a été amené, en effet, à rappeler dans cette note les traits principaux de la géologie de l'Inde, de sorte que l'analyse que nous allons en faire donnera une idée générale de la structure de ce vaste pays.

On divise ordinairement l'Inde en trois parties : la région péninsulaire, la région extra-péninsulaire et la région des alluvions indo-gangétiques.

La région péninsulaire a été exondée au moins depuis la période paléozoïque; elle consiste en un massif de gneiss contourné et fortement métamorphisé, sur lequel on voit les restes d'une *peau* de roches sédimentaires d'âges divers et un grand développement de roches éruptives.

Cette région n'a subi que des plissements peu importants; quant aux changements de niveau, ils ont été à la fois peu nombreux et de faible amplitude, les bords de la péninsule seuls ayant été parfois couverts par la mer. On doit signaler pourtant la chaîne des Aravallis, qui est très disloquée; c'est d'ailleurs le seul groupe de montagnes de cette partie de l'Inde.

La région extra-péninsulaire a des caractères très différents. Si l'on excepte les couches tertiaires supérieures au sommet de la série, et les gneiss archéens à la base, presque toutes les formations sédimentaires que l'on y rencontre sont d'origine marine; en outre, les couches sont fortement disloquées. C'est une région essentiellement montagneuse et formée de montagnes structurales, c'est-à-dire de chaînes dont la direction générale est étroitement liée aux dislocations des couches. Elle renferme les Himalayas, ce système de montagnes qui succède sans transition aux plaines de l'Inde, pour monter, par une succession de chaînes de plus en plus hautes, jusqu'aux sommets neigeux qui forment les points les plus élevés de la croûte terrestre.

¹ *Geol. Mag.*, dec. III, t. VIII, p. 8 et 70.

L'aspect de ces deux régions est très différent. Dans l'Inde péninsulaire, sauf de rares exceptions, il n'existe que des surfaces arrondies et des pentes douces; le cours des rivières est plat, leurs lits sont sablonneux, et elles ne montrent qu'une puissance d'érosion presque insignifiante. C'est, en somme, une région offrant tous les caractères d'une ancienne surface terrestre, depuis longtemps exposée aux dénudations subaériennes et dans laquelle les cours d'eau et les collines sont bien près d'être arrivés à un état d'équilibre.

Les Himalayas, au contraire, présentent des vallées et des gorges profondes, à parois fortement inclinées; la plupart des cours d'eau sont des torrents roulant d'énormes blocs et rongant violemment leurs lits et leurs bords; les crêtes aiguës et les versants abrupts indiquent un pays dans lequel l'action de la pluie et de la gelée n'est pas assez active pour contre-balancer le rapide approfondissement des vallées par l'érosion.

Le contact de chacune de ces régions avec l'alluvion indo-gangétique se présente également dans des conditions très différentes: tandis que les Himalayas s'élèvent brusquement, laissant à leur pied les graviers récents, et que la limite des deux terrains forme une courbe régulière d'une extrémité à l'autre, au Sud, au contraire, du côté de la Péninsule, les couches s'enfoncent sous l'alluvion si doucement, que les contacts tracés par différents observateurs ont pu être éloignés de plusieurs milles les uns des autres. La limite est très irrégulière, de longues langues d'alluvion s'avancent fort loin dans la plupart des vallées, tandis que d'innombrables *ouliers* des formations antérieures se voient au milieu de la plaine alluviale.

Enfin du côté de la péninsule, ce sont des couches très diverses qui se trouvent en contact avec l'alluvion, tandis que du côté des Himalayas, la limite est formée par une zone uniforme de terrains tertiaires; dans le premier cas, c'est une limite d'érosion, dans le second une limite structurale.

Le Tertiaire, comprenant depuis le Nummulitique marin jusqu'aux dépôts subaériens du Pliocène, forme à l'extérieur des Himalayas une bande continue et concordante; mais on connaît aussi des couches de même âge en différents points au nord de la principale chaîne neigeuse (territoire de Kaschmir, etc.). Dans la haute vallée de l'Indus, le Nummulitique existe aussi; il est formé de grès grossiers et de conglomérats que M. Lydekker croit d'origine glaciaire. Que cette opinion soit ou non fondée, il est certain que ce Tertiaire présente un caractère littoral très prononcé et que le rivage ne pouvait être éloigné.

La présence de ces couches marines au cœur même des Himalayas et à des hauteurs de 19.000 à

20.000 pieds au-dessus du niveau de la mer, démontre qu'au commencement de la période tertiaire, les Himalayas n'existaient pas encore comme chaîne de montagnes distincte, ou tout au moins, que si le système himalayen de dislocation avait commencé à se faire sentir, il ne s'étendait pas au N.-O. d'une ligne tirée transversalement à la chaîne, par les embouchures du Gange.

La nature du contact entre le Nummulitique et les couches prétertiaires conduit à la même conclusion: bien qu'en certains points de la haute vallée de l'Indus le Tertiaire repose directement sur les gneiss, dans les montagnes extérieures, au contraire, il recouvre des calcaires et des ardoises, sans qu'il existe de différence de plongement sensible entre les deux formations. Quoique M. Middlemiss ait montré qu'en certains points, le Prétertiaire avait été fortement disloqué avant le dépôt du Tertiaire, ce n'est là qu'un fait tout local; il n'y a pas eu de compression énergique ni de dislocation importante avant la fin de la période tertiaire.

C'est ainsi que dans la région de Simla, on peut voir les couches tertiaires accompagner les formations antérieures dans leurs plissements les plus compliqués.

Tous ces faits semblent plus que suffisants pour montrer que le soulèvement des Himalayas ne peut être antérieur au dépôt du Tertiaire inférieur; M. Oldham s'attache ensuite à prouver qu'il a eu lieu avant le Pliocène.

Si, en effet, l'on étudie la Siwalik series (Pliocène), on constate que la situation, la distribution et la composition des conglomérats qu'elle contient, sont exactement les mêmes que pour les dépôts actuels; il faut donc en conclure qu'à l'époque du dépôt des couches des Siwaliks, les Himalayas formaient déjà une région élevée dont les principaux traits orographiques étaient marqués, et que la limite méridionale de la montagne devait dès ce moment se trouver très approximativement au même point que la limite actuelle des roches des Himalayas et de la série des Siwaliks.

L'épaisseur considérable de cette série (10 à 20.000 pieds au moins), bien que les couches qui les constituent ne montent pas à plus de quelques milles pieds au-dessus de la mer, indique qu'elle s'est déposée dans une région soumise à un affaissement continu, de même vitesse que le dépôt. Comme, de son côté, la région himalayenne était dans un état constant d'exhaussement pendant la période tertiaire, le contact des deux régions devait être marqué par une grande faille.

C'est, en effet, ce qui se produit: entre le Tertiaire et les roches prétertiaires, existe une faille renversée de première importance, accompagnée aussi bien du côté de la plaine que du côté des Hima-

layas, par une série de grandes failles parallèles dont la lèvre relevée est toujours du côté de la montagne.

Après avoir encore tiré quelques arguments de la différence de grosseur du grain de l'alluvion en profondeur, constatée par plusieurs sondages, M. Oldham résume ainsi l'histoire géologique des Himalayas :

Au commencement de la période secondaire, le système himalayen de dislocation n'avait pas encore commencé à faire sentir ses effets; c'est seulement vers la fin de cette période qu'il débuta au milieu de la chaîne et s'étendit graduellement au dehors, gagnant la partie maintenant accessible à l'observation de la région N.-O. des Himalayas, au commencement du Tertiaire. Mais à cette époque, les plissements et les cassures étaient de peu d'importance, et n'appartenaient pas par leur direction au système himalayen; c'est seulement à une époque postérieure que les couches ont été soumises à des compressions et des dislocations énergiques et continues, en même temps que la dénudation faisait sentir son action d'une manière ininterrompue.

Aussitôt que les Himalayas se furent individualisés en chaîne de montagne distincte, une série de dépôts subaériens de grande épaisseur commencèrent à se former dans une région d'affaissement, le long de leur bordure extérieure, les areas d'affaissement et de dépôt d'un côté, d'exhaussement et de dénudation de l'autre étant séparées par une limite abrupte qui se traduit maintenant par une faille gigantesque.

A mesure que les Himalayas poursuivaient leur mouvement d'exhaussement, la limite entre les deux régions s'avancait lentement au Sud : les couches qui s'étaient déposées le long du pied des premières chaînes étaient comprimées, disloquées, soulevées et par suite exposées à la dénudation; la nouvelle limite entre les deux régions d'élévation et de dépression était abrupte comme l'ancienne et une nouvelle faille se formait, avec sa lèvre relevée du côté de la chaîne montagneuse.

En même temps que la bordure des Himalayas s'avancait de la sorte vers le Sud, la dépression occupée par l'alluvion indo-gangétique s'étendait dans la même direction par suite de l'affaissement graduel de la région péninsulaire.

Après avoir ainsi exposé ses vues sur l'histoire géologique de l'Inde dans un chapitre intitulé « Les faits », bien qu'il nous paraisse renfermer de fort nombreuses hypothèses, M. Oldham se demande comment on peut expliquer théoriquement ce qui se serait passé, d'après lui, pendant la formation des Himalayas. Comment deux régions voisines et séparées seulement par une faille,

peuvent-elles être affectées de mouvements inverses, l'une d'elles s'élevant constamment pendant que l'autre s'affaisse d'une manière continue? L'auteur voit là une application de la théorie développée récemment par O. Fisher (Physics of the Earth's crust), et il suppose que la croûte terrestre est divisée en compartiments reposant sur un fluide comme des sortes de flotteurs; la dénudation de la partie montagneuse occasionnant une diminution de poids, cette région s'élève, tandis que la partie basse devenant de plus en plus chargée par les dépôts d'alluvion, s'affaisse chaque jour davantage.

VI

Les arguments présentés par M. Oldham semblent difficiles à réfuter en ce qui concerne l'âge du soulèvement des Himalayas; aussi n'est-on pas peu surpris de trouver dans le même recueil¹ une série d'articles de M. Howorth tendant à prouver que non seulement les Himalayas, mais aussi toute la partie haute de l'Asie centrale, n'ont commencé à s'exhausser qu'à une époque très récente.

L'un des arguments qu'il met en avant pour soutenir cette thèse est la découverte des mammoths le long des côtes arctiques de l'Asie; pour lui, il est absolument démontré que le mammoth et ses compagnons ont vécu aux lieux mêmes où nous retrouvons maintenant leurs restes. L'existence d'arbres avec leurs racines, enfouis à côté d'eux, la présence dans les mêmes gisements de coquilles fluviatiles du Sud, prouvent incontestablement que le caractère de la flore et de la faune du N.-E. de la Sibérie pendant l'âge du mammoth doit être expliqué autrement que par une migration. Les gros animaux dont les restes sont si abondants sur les bords de la basse Lena, dans les îles aux Ours, etc., ont vécu là où leurs squelettes se montrent aujourd'hui.

Il en résulte forcément qu'au lieu d'être une *tundra* dénudée, couverte de neige la plus grande partie de l'année, balayée par des vents glacés, et n'ayant pas un été de plus de six semaines, cette région jouissait alors d'un climat assez tempéré pour permettre le développement d'une végétation abondante existant toute l'année, non seulement sur le rivage actuel de la mer arctique, mais aussi dans toute la Sibérie jusqu'à l'Alaska.

Quelles peuvent avoir été les causes de cette profonde modification dans le climat, modification certaine d'après M. Howorth? L'auteur en trouve deux : la première est le voisinage de l'océan Arctique, la seconde et la plus importante, la présence au Sud des vastes plateaux glacés de la Mongolie et du Thibet. M. Howorth a cherché à démontrer

¹ Geol. Mag. dec. 3, t. VIII, p. 97, 156, 294.

dans des travaux antérieurs que la plus grande partie tout au moins de la région polaire était occupée par la terre ferme à l'époque du mammoth, ce qui aurait permis à ces animaux et à leurs compagnons de passer de Sibérie en Amérique, comme il est certain qu'ils l'ont fait; l'absence ou tout au moins la réduction de la mer polaire supprimerait une des sources des vents glacés qui désolent maintenant la Sibérie.

Mais dans la vallée de la basse Léna, ce ne sont pas les vents du nord qui sont le plus à redouter, mais bien ceux du sud, excessivement froids, surtout en été. La plus grande cause de la basse température actuelle dans ce pays est donc l'existence de vastes masses de terres montagneuses et de hauts plateaux dont les points culminants sont le Tian Shan, le Kuen Lun et les Himalayas et qui comprennent la chaîne de l'Altaï et les grands steppes élevés du Pamir, du Thibet et de la Mongolie; il est donc probable *a priori* que cette masse montagneuse n'existait pas à l'époque du mammoth.

Cette hypothèse paraît, pour M. Howorth, s'appuyer sur des preuves irréfutables. En effet, ni dans l'Altaï, ni dans l'Oural, on ne trouve de traces de l'âge glaciaire; pas de roches striées, pas de cailloux anciens. De même, sur l'immense plateau qui forme la plus grande partie de l'Asie centrale, les voyageurs sont unanimes pour constater l'absence de ces preuves d'une glaciation ancienne que nous trouvons dans l'Europe occidentale et dans l'Amérique orientale; l'auteur cite à l'appui de son opinion des passages tirés des ouvrages de nombreux voyageurs et savants.

De même, dans les Himalayas, il n'y a que des traces insignifiantes d'anciens glaciers, surtout si l'on compare l'imposante hauteur de ces montagnes à l'altitude des Alpes ou des autres montagnes de l'Europe occidentale. Malgré l'énorme épaisseur de cette chaîne et sa puissante action comme condenseur qui en est la conséquence, surtout avec le voisinage de la grande masse d'eau qui couvrirait alors l'Asie centrale, on ne trouve aucune trace de ce grand développement des glaciers qui a caractérisé l'âge du mammoth en Europe et dans l'Amérique du Nord.

M. Howorth ne voit qu'une explication possible de cette absence de traces de l'époque glaciaire, c'est qu'aucune de ces chaînes de montagnes n'existait à cette époque.

Il s'appuie également sur la présence de lacs salés, et de plaines couvertes d'efflorescences salines sur les hauts plateaux de l'Asie centrale; ces faits démontreraient l'existence, à une époque peu éloignée, d'une vaste nappe d'eau plus ou moins continue et peut-être réunie à la mer qui

occupait la dépression aralo-caspienne, et par suite l'âge récent du soulèvement de la région.

En résumé, pour M. Howorth, les grandes masses de montagnes de l'Asie centrale, avec le plateau qu'elles entourent et supportent, forment un trait récent de la géographie physique de ce continent, et leur soulèvement ne paraît pas pouvoir dater d'une époque plus ancienne que la fin de l'âge du mammoth. Si, en effet, l'on admet cette hypothèse, on explique en même temps comment le climat autrefois doux de la Sibérie est devenu si rude de nos jours; comment la grande Méditerranée asiatique s'est trouvée asséchée et une notable portion de son lit transformée en ces plateaux incrustés de sel du Thibet et de Kaschgaria, comment enfin l'écoulement des eaux de cette mer intérieure a balayé la faune de l'Asie septentrionale, noyant les animaux et enfouissant leurs squelettes dans un lit de gravier et d'argile qui se poursuit sur plusieurs degrés de longitude.

VII

M. Blanford ¹ n'est pas convaincu par l'argumentation de M. Howorth et il déclare qu'aucun géologue ayant étudié les Himalayas ne pourra admettre que cette chaîne de montagnes soit venue au jour postérieurement à l'époque où le mammoth vivait en Sibérie. Certes il n'est pas impossible que les Himalayas aient continué à s'élever pendant les temps pliocènes ou même pléistocènes, mais tout ce que l'on sait plaide en faveur de l'opinion, soutenue par M. Oldham, que leur période d'élévation principale a coïncidé avec l'ère tertiaire.

L'identité de composition des dépôts pliocènes de la bordure méridionale de la chaîne, et des couches qui se forment actuellement aux mêmes points, montre que les conditions géographiques étaient alors les mêmes que maintenant; il est également prouvé que lors du Pliocène, les grands fleuves himalayens coulaient déjà dans leurs lits actuels. Aussi tout le monde est-il d'accord pour déclarer que les Himalayas ne peuvent être post-tertiaires; on ne discute plus que sur le point de savoir si ces montagnes sont tertiaires ou anté-tertiaires.

Le grand argument de M. Howorth est l'absence de traces importantes de l'époque glaciaire; or, malgré l'abondance des témoignages cités par cet auteur, M. Blanford ne se déclare nullement convaincu. A des récits de voyageurs qui ne s'occupaient qu'accessoirement de géologie, il oppose les résultats des explorations spéciales faites dans les Himalayas; il cite l'existence de grandes moraines dans toutes les vallées importantes qu'il a

¹ *Geol. Mag.*, dec. 3, t. VIII, p. 209, 372.

visitées dans le Sikkim, à 10.000 pieds environ plus bas que les glaciers actuels, comme sir J. Hooker l'avait déjà constaté il y a plus de quarante ans; il en est de même dans le Kachmir. Certes les glaciers himalayens n'ont jamais atteint la plaine indo-gangétique, et ne peuvent être comparés aux glaciers anciens des Alpes, qui se prolongeaient fort loin du pied de ces montagnes; mais la différence de latitude suffit à expliquer ce fait. Est-ce qu'à l'heure actuelle les glaciers des Alpes descendent jusqu'à la mer comme ceux du Groenland?

Quant à l'existence d'une ancienne mer intérieure de grandes dimensions dans l'Asie centrale, lors du Pléistocène, M. Blanford n'y croit pas. Il y avait bien une étendue considérable couverte d'eau dans la région aralo-caspienne, pendant le Tertiaire supérieur et peut-être le Pléistocène, mais cette région était, alors comme maintenant, séparée du Thibet et des Himalayas par les grandes chaînes qui s'étendent du Pamir par le Tian-Shan jusqu'à l'Altai, et entourent le Turkestan oriental à l'ouest et au nord. Les plaines et lacs salés indiquent seulement l'absence d'écoulement et en aucune façon l'existence d'une ancienne mer desséchée.

Un autre argument de M. Howorth est l'existence sur les hauts plateaux de la faune fossile de Hundes, composée de bœufs, de chevaux, de rhinocéros, d'antilopes, etc.; mais la plupart de ces animaux vivent encore aujourd'hui sur les hautes montagnes, notamment l'antilope qui a été reconnue pour être une *Pantholops* dont les congénères existent actuellement sur les plateaux les plus élevés du Thibet. D'ailleurs M. Lydekker, après avoir hésité, pense maintenant que cette faune de Hundes appartient au Pliocène supérieur et non au Pléistocène.

En tous cas, la présence de ces animaux ne peut suffire à contre-balancer toutes les raisons qui font regarder l'élévation des Himalayas comme beaucoup plus ancienne que le Pléistocène. Aucun de ceux qui ont vu les superbes et gigantesques exemples de dénudation et d'érosion présentés par les vallées des Himalayas ne pourra admettre que ces énormes sillons aient été creusés par la pluie et les rivières depuis que les mammouths ont été enfouis dans les graviers des *tundras* de la Sibérie.

Ce dernier argument ne touche pas M. Howorth; pour lui le creusement des vallées himalayennes n'est pas dû à l'érosion par la pluie et les cours d'eau, mais nous doutons fort qu'il soit suivi par de nombreux géologues, lorsqu'il attribue à un agent inconnu les phénomènes qu'il est si simple d'expliquer par une longue application des phénomènes actuels.

VIII

Le *Geological Survey* de l'Inde fait rechercher avec soin les minéraux utiles que peut renfermer son vaste territoire; c'est ainsi que dans l'un des derniers fascicules des *Records* publiés par cet Institut, nous trouvons un rapport de M. Neelling¹ sur les combustibles de la partie septentrionale des Shan States.

Il existe à l'Est de Mandalay, entre l'Irraouaddy et le Salween, une formation tertiaire puissante dont l'âge précis n'est pas déterminé, mais qui paraît appartenir au Miocène supérieur. Elle se compose de grès et d'argiles avec veines de lignite, dont l'épaisseur totale peut atteindre 30 pieds dans la région de Lashio et 50 dans celle de Namma.

Ce combustible renferme 34,94 0/0 de carbone fixe; il appartient au même niveau que celui déjà signalé dans le Sud des Shan States, etc. Son éloignement des voies de communication en rend l'exploitation impossible.

IX

M. v. Jhering² recherche quels ont été les rapports de l'Amérique du Sud avec les autres terres pendant les périodes géologiques. Pour lui ce continent n'existait pas au commencement de la formation tertiaire; il était seulement représenté par diverses parties isolées. Le Brésil septentrional et la Guyane formaient une grande île et le Sud constituait une autre région isolée (Santa-Catalina, Rio Grande del Sul, Uruguay, Argentine, Chili), caractérisée par une faune d'eau douce identique.

La faune des mollusques d'eau douce, qui a fait l'objet des études de l'auteur, ne permet pas de penser qu'il y ait eu communication terrestre entre les deux Amériques depuis le Jurassique jusqu'à la fin du Pliocène.

M. F. Ameghino ne croit pas non plus que cette communication ait eu lieu pendant toute cette période; mais il lui paraît indubitable que pendant les dépôts les plus anciens de l'Eocène, ou à une époque antérieure, il s'est produit un échange de mammifères entre les deux Amériques. De même à partir de la fin du Miocène, on peut constater un phénomène semblable, ce qui met hors de doute l'existence d'une communication entre l'Amérique du Nord et l'Amérique du Sud à certains moments.

Par contre, pendant la majeure partie de l'Eocène, tout l'Oligocène et le Miocène inférieur, la faune sud-américaine était complètement iso-

¹ *Records Geol. Survey India*, t. 24, p. 99.

² *Revista argentina de historia natural*, t. 1, p. 280.

lée et n'échangeait aucune forme avec l'Amérique du Nord.

M. Ameghino ne serait pas opposé à l'idée qu'il existait pendant un certain temps de l'époque tertiaire, une sorte de pont réunissant l'Amérique du Sud à l'Europe ou à l'Afrique. Il s'appuie pour soutenir cette thèse, qui paraît assez étrange, sur la filiation des Vertébrés; en effet les genres européens *Theridomys* et *Archæomys* de l'Oligocène; *Omegodus*, *Issiodoromys*, *Protechimys*, *Trechomys*, *Nesokerodon*, *Hystrix* du Miocène, ont tous une origine exclusivement sud-américaine; *Nesokerodon* et *Issiodoromys* sont très proches parents du genre éocène argentin *Eocardia* et font partie du même groupe; enfin le tronc commun de tous les rongeurs histricomorphes du Vieux Monde se trouve dans les *Echinampida* et les *Hystricida* éocènes de la République argentine. Tous ces groupes n'ont pas de représentants dans l'Amérique du Nord jusqu'au Miocène supérieur et au Pliocène.

De plus en même temps que ces animaux de la faune sud-américaine émigraient en Europe, les Carnivores ursidés (*Arctotherium*) et subursidés (*Cyonasua*) pénétraient dans l'Amérique du Sud; or ces groupes sont représentés en Europe, mais non dans l'Amérique du Nord.

Enfin M. Ameghino pense que la séparation de l'Atlantique et du Pacifique date d'une époque géologique très ancienne; une terre longue et étroite, dirigée du Nord au Sud existait dans la région des Andes du Chili et de l'Argentine depuis l'époque crétacée, car les dépôts de cet âge ne se montrent sur les deux versants des Andes qu'à une certaine distance de l'axe de la chaîne. Toutes les formations marines qui se succèdent à partir du Crétacé jusqu'à l'époque actuelle, tant à l'Est qu'à l'Ouest, sont disposées en forme de bandes longues et étroites dirigées constamment du Nord au Sud et d'autant plus distantes de l'axe des Andes qu'elles sont d'une époque plus récente; toutes ces formations étaient évidemment littorales. Rien jusqu'à présent ne permet de dire quelles étaient les limites septentrionale et méridionale de ce continent pendant l'époque crétacée.

X

Le mode de croissance des récifs de coraux a donné lieu dans ces derniers temps à une assez vive controverse, les uns pensant avec Darwin que ces organismes ne peuvent s'accroître que par un affaissement continu du sol, tandis que d'autres supposent que le développement de ces petits êtres est facilité par l'exhaussement des côtes. Aussi une étude consciencieuse, comme celle

de MM. Jukes-Browne et Harrison sur la Barbade¹, présente-t-elle une grande importance, parce qu'elle apporte de nombreux éléments nouveaux pour la solution de cette question.

Les auteurs s'occupent d'abord des récifs de coraux qui vivent et s'accroissent actuellement autour de l'île. Ils font remarquer que celle-ci n'est pas d'origine volcanique et qu'elle est soumise à un exhaussement important et de longue durée, sans le plus petit indice d'un affaissement intermittent; les coraux récents se sont formés sur un fond stationnaire ou s'élevant lentement, mais qui certainement ne s'abaissait pas. Ils pensent que des récifs peuvent se développer sur un fond de 25 à 30 brasses, de sorte qu'en supposant le sol stationnaire, le récif peut atteindre une épaisseur de 180 pieds. Ils ont remarqué en outre qu'il y a toujours des dépôts de débris de coraux et de sables calcaires en avant des plus bas récifs, de telle sorte que si la région vient à s'élever, ce fond de débris peut parvenir à la limite de la croissance des coraux et former la base d'un nouveau récif; c'est ainsi qu'il peut y avoir 20, 30 ou même 50 pieds de ces matériaux à la base des récifs actuels.

En dehors de ces coraux encore situés sous la mer, la Barbade présente sur la plus grande partie de sa surface une roche corallienne ou un calcaire formé principalement de débris de coraux. Cette roche constitue une sorte de manteau recouvrant les formations plus anciennes qui occupent le noyau de l'île, mais ne se montrent pas comme une seule nappe continue; il consiste au contraire en un certain nombre d'étages ou de plates-formes séparés, construits les uns autour des autres à mesure que l'île sortait lentement de la mer. Chacune de ces plates-formes était autrefois un récif frangeant comme celui qui entoure encore maintenant la plus grande partie de l'île; elles forment une succession de terrasses d'une largeur plus ou moins grande, s'élevant l'une au-dessus de l'autre depuis le niveau de la mer jusqu'à l'altitude de 1100 pieds environ au centre de l'île, chacune de ces terrasses étant un peu plus ancienne que celle qui lui est inférieure.

Les auteurs ont constaté que l'épaisseur d'un récif de coraux formé dans une région stationnaire ou en voie d'exhaussement n'excède pas souvent 200 pieds et atteint rarement 260; mais il ne faut pas en conclure que les coraux peuvent commencer à vivre à une profondeur d'eau aussi grande, car il y a toujours à la base une couche d'une certaine épaisseur formée de débris de coraux, de sables, etc. La profondeur d'eau maxima qui a

¹ *Quarterly Journal Geol. Soc.*, t. XLVII, p. 197.

été constatée pour les récifs croissants est d'environ 130 pieds.

La roche détritique de la base des anciens récifs peut atteindre jusqu'à cinquante pieds, et peut-être même davantage; elle semble s'être accumulée à l'extérieur d'un récif plus ancien. Quant à la disposition en terrasses successives, elle peut être expliquée par ce fait que des périodes de repos ou de soulèvement lent ont alterné avec des périodes plus courtes d'exhaussement rapide.

MM. Jukes-Browne et Harrison ont pu recueillir quelques mollusques fossiles dans les récifs soulevés de la Barbade; toutes les espèces appartiennent à un âge géologique très récent, bien que certaines formes soient jusqu'à présent inconnues dans la Mer des Caraïbes. Ces récifs datent certainement du Pléistocène et probablement du Pléistocène le plus récent, contrairement à ce que pensait le Prof. Duncan. Ce géologue rapportait en effet ces dépôts coralligènes au Miocène, en s'appuyant sur la ressemblance des coraux avec des espèces connues dans les terrains miocènes de l'Europe. Mais il est maintenant prouvé que cette ressemblance est beaucoup moindre qu'il ne le supposait et d'ailleurs l'argument fourni par les mollusques a une importance bien plus grande que celui tiré de ces organismes bien difficiles à déterminer avec certitude dans l'état de conservation où on les rencontre. De plus, il ne faut pas oublier qu'il existe à la Jamaïque et à Saint-Domingue des fossiles (mollusques et coraux) du Tertiaire supérieur, très différents de ceux qui ont été recueillis à la Barbade.

Quoi qu'il en soit d'ailleurs de cette question d'âge, il n'en reste pas moins établi que les récifs de coraux peuvent se développer sur un fond de mer soumis à un exhaussement plus ou moins rapide sans alternative d'affaissement.

XI

Nous avons déjà appelé l'attention l'an dernier sur des phénomènes intéressants de plissement et de renversement présentés par différentes parties de la chaîne des Alpes; depuis cette époque, de nombreuses observations nouvelles ont été publiées sur le même sujet: nous rendrons compte de quelques-unes d'entre elles.

Dans les Alpes-Maritimes, M. Zurcher¹, poursuivant à l'Est les remarquables études de M. Bertrand sur les plis couchés de la Provence, s'est occupé des environs de Roquebrussane et de Brignoles (Var). Les couches rencontrées dans cette région comprennent le Trias, le Jurassique (Infra-

lias, Lias moyen, Lias supérieur, Bajocien, Bathonien, Jurassique supérieur), puis le Crétacé, qui se divise de la façon suivante:

Urgonien	Calcaires blancs compacts à Requienies.
Aptien...	Marnes à <i>Belemnites semicanaliculatus</i> .
	Calcaire à silex.
Sénonien	Calcaires marnes et grès à hippurites et radiolites avec nombreux polyptères.
	Marnes et grès à <i>Rijkjachonetta difformis</i> .
	Grès hariolés.
Danien...	Grès hariolés.
	Marnes à <i>Melanopsis galloprovincialis</i> .
	Calcaires et grès à <i>Cyrena galloprovincialis</i> .

Ces différentes assises sont loin de se suivre régulièrement; le Crétacé occupe la ligne de dépression axiale (E.-O.) de la région considérée, mais le Sénonien et le Danien se voient seuls sur la plus grande partie de la longueur de la vallée, les étages inférieurs n'apparaissant qu'à son extrémité orientale. Le grand intérêt de l'étude de cette région consiste dans les successions anormales constatées en de nombreux points; c'est ainsi qu'à l'ouest de Mazauges, on peut voir la superposition la plus nette de l'Infralias surmonté de Lias, aux bancs détritiques et aux calcaires du Sénonien, suivant un plan très peu incliné.

De même au sud de la ferme de Candelon, les dolomies jurassiques recouvrent le calcaire à hippurites replié sur lui-même en forme de W. Enfin au sud de la bastide du Pérégrinage, à l'ouest de Flassans, les calcaires compacts de la région moyenne de l'Infralias sont superposés de la façon la plus nette aux couches marneuses du Bathonien inférieur.

Indépendamment des superpositions anormales constatées directement, la région considérée présente des contours tellement étranges, qu'ils ne peuvent être expliqués que par l'hypothèse d'un vaste pli couché venu du Sud et ayant amené la superposition d'une masse triasique et jurassique aux couches crétacées. Ce pli serait l'extrémité orientale de celui de la Sainte-Beaume décrit par M. Bertrand.

XII

Le nombre des plis couchés constatés dans les Alpes augmente d'ailleurs très rapidement à mesure que les études de détail se poursuivent. C'est ainsi que M. Kilian signale un accident de ce genre dans le massif de Varbuche entre Moutiers et Saint-Jean-de-Maurienne.

La coupe menée de l'est à l'ouest par les aiguilles de la Grande Moënda, le Coin et le Bonnet-du-Prêtre, montre la succession suivante de haut en bas, les couches semblant former une série continue et régulière:

Trias supérieur
Infralias

¹ Bull. Services Carte géol. France.

Lias
Infralias
Trias supérieur
Trias moyen
Trias supérieur
Infralias
Lias
Infralias
Trias supérieur
Trias moyen
Nummulitique

Ces faits s'expliquent très bien par l'existence d'un pli couché, qui n'est d'ailleurs pas hypothétique, mais peut se voir directement sur le flanc nord de la Grande Moënda. Il n'en est pas moins intéressant de constater dans une série d'aspect régulier l'apparition des mêmes couches à quatre reprises différentes.

XIII

L'origine des cargneules et des gypses qui se montrent si fréquemment dans le Trias préoccupe depuis longtemps les géologues. M. Kilian ¹, étudiant les chaînes comprises entre Moutiers (Savoie) et Barcelonnette (Basses-Alpes), a constaté la succession suivante des couches triasiques :

a. Quartzites, assise très constante et bien connue.

b. Cargneules et gypses atteignant un grand développement dans certaines localités (Ceillac), réduits ailleurs à une assise de quelques mètres seulement, et disparaissant totalement au nord de l'Arc.

c. Calcaires dolomitiques, formant une bande à peu près continue de la Vanoise à l'Ubaye et s'atténuant fortement à l'ouest.

d. Gypses et cargneules supérieurs bien développés en Maurienne.

Les gypses et cargneules d'une part et les calcaires dolomitiques de l'autre ne seraient que des modifications diverses d'un seul et même ensemble, car on peut voir le passage latéral de l'une de ces séries à l'autre soit au Grand-Galibier, soit au mont Genève. De plus leurs épaisseurs paraissent croître aux dépens l'une de l'autre, et leur position relative est très variable, les gypses et cargneules occupant tantôt la base, tantôt la partie supérieure des calcaires. Enfin, on remarque fréquemment dans les gypses des blocs anguleux de calcaire noyés dans la masse sulfatée et semblant, comme les fragments analogues contenus dans les cargneules, n'être autre chose que des restes de la roche primitive, épargnés par la transformation qu'a subie la masse entière.

XIV

M. Renevier émet une opinion différente basée sur les recherches qu'il poursuit depuis de longues

années dans les Alpes vaudoises ¹. Il proteste contre l'opinion, plusieurs fois soutenue, que les gypses et cargneules (cornieules) sont le produit d'altérations épigéniques postérieures, sur toutes sortes de terrains, par des émanations gazeuses, le long des lignes de fracture du sol, et déclare que, pour lui, l'origine sédimentaire, simultanément hydrochimique et mécanique, des gypses, cargneules et calcaires dolomitiques alpins est surabondamment démontrée.

La stratification des gypses est nettement visible, celles des cargneules l'est moins, mais elle ne peut pourtant être révoquée en doute; or, si ces roches étaient un produit de métamorphisme, elles ne devraient constituer qu'une masse informe. Quant à la présence de lambeaux de cargneule interstratifiés dans le gypse ou de lentilles de gypse dans la cargneule, elle s'expliquerait par une différence momentanée dans la concentration de la nappe d'eau. Il semble d'ailleurs impossible de comprendre, dans l'hypothèse de la transformation postérieure, comment un même agent peut métamorphiser un calcaire partie en gypse, partie en dolomie.

Enfin le phénomène aurait dû se produire principalement le long des failles, ce qui n'a pas lieu; le gypse se trouve dans des régions tranquilles, tandis que le calcaire existe dans les parties les plus fracturées.

Pourquoi d'ailleurs chercher une origine métamorphique aux gypses, quand on les voit se former de nos jours concurremment avec le sel, absolument comme dans les dépôts triasiques (mer Morte, Caspienne, etc.).

M. Renevier conclut que les roches salines, gypseuses et dolomitiques, associées dans les Alpes vaudoises, constituent une formation d'une nature particulière, analogue aux dépôts actuels des nappes extra-salées. Les calcaires dolomitiques devaient se former dans les eaux les moins salées, peut-être les moins profondes; le gypse, l'anhydrite et enfin le sel gemme demandaient un degré de concentration de plus en plus grand qui pouvait exister simultanément en différents points des lacs salés ou mers intérieures de l'époque triasique.

L'accord, on le voit, n'est pas encore fait sur la délicate question de l'origine des gypses, des sels et des cargneules; l'opinion de M. Renevier est, en effet, absolument opposée à celle émise presque en même temps par M. Kilian.

G. Carez,

Docteur ès sciences.

¹ *Comptes rendus Ac. Sc.*, 5 janvier 1891.

¹ *Ecloge geol. Helvetiae*, t. II, p. 229.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Darboux (G.), Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences de Paris. — *Leçons sur la théorie générale des surfaces. Troisième partie, deuxième fascicule*, (13 fr. le volume), Gauthier-Villars, Paris, 1891.

M. Darboux poursuit la publication de ses *Leçons sur la théorie générale des surfaces*. Les lecteurs de la Revue connaissent déjà l'esprit général et la portée de cet ouvrage par l'étude qu'en a faite M. Tannery (1891, n° 3).

Le deuxième fascicule du troisième volume est encore consacré à la théorie des surfaces applicables. La place d'honneur y est réservée aux remarquables théorèmes de M. Weingarten sur les surfaces (surfaces W), dont les rayons de courbure ont entre eux une relation. M. Weingarten relie le problème de la détermination de ces surfaces à deux autres : l'un, dont on connaît un certain nombre de solutions : « Mettre l'élément linéaire de la sphère sous la forme :

$$ds^2 = \alpha du^2 + \psi (x) dv^2;$$

le second, qui n'est autre que la recherche des surfaces applicables sur une surface de révolution. On appréciera l'importance de ce résultat par ce fait qu'il fournit un cas nouveau, le seul connu en dehors de celui du plan, pour lequel on sait résoudre le problème des surfaces applicables : ce cas est celui du paraboloïde de révolution.

Les théorèmes dont nous venons de parler donnent à la développée ou surface des centres un intérêt capital. Aussi le chapitre VIII est-il consacré à cette surface et à l'étude de ses éléments infinitésimaux, quand on connaît ceux de la surface primitive. A cette étude, M. Darboux rattache une importante question destinée à revenir à propos des surfaces à courbure constante, et relative aux lignes droites ou courbes liées à une surface qui se déforme. Les résultats obtenus dans ce chapitre permettent alors de reprendre les surfaces de M. Weingarten, de démontrer, sur leurs lignes de courbure et les asymptotiques de leurs développées, deux importantes propositions, et, en particulier, d'étudier d'une façon détaillée les surfaces applicables sur le paraboloïde de révolution, ce qui mène à une définition géométrique simple de ces surfaces.

M. Darboux aborde ensuite les surfaces à courbure totale constante. Là encore les théorèmes de M. Weingarten trouvent leur application, et cela de deux manières différentes. Car les surfaces à courbure constante sont des surfaces W et aussi des surfaces applicables sur certaines surfaces de révolution. Le premier point de vue a été le plus étudié : il donne le moyen de former simplement l'équation dont dépend la solution du problème et de trouver plusieurs propriétés importantes des surfaces en question. L'exposition de ces propriétés est faite dans un chapitre spécial et avec un soin tout particulier pour les surfaces à courbure constante négative qui offrent un si puissant intérêt en raison de leurs rapports avec les principes fondamentaux de la géométrie (géométrie non-euclidienne). Leur représentation plane est liée également aux travaux les plus récents de l'Analyse, tels que la théorie des fonctions fuchsienues de M. Poincaré.

M. Bianchi a envisagé le second point de vue et en a tiré une méthode de transformation qui permet de déduire d'une surface quelconque à courbure constante une double infinité de surfaces jouissant de la même propriété et dont la détermination, ainsi que l'a montré M. Lie, se ramène à des quadratures. Cette

méthode revient au fond à une méthode donnée par M. Ribaucour, qui la rattache aux questions de géométrie auxquelles il a été fait allusion précédemment. Enfin cette même méthode est susceptible d'une interprétation analytique très simple et se relie à des recherches de M. Bäcklund par l'exposition desquelles M. Darboux termine le volume.

J. HADAMARD.

Milne (Rev. John. J.) and **Davis** (R. F.). — *Geometrical Conics*. (2 fr. 50). Macmillan and Co., Bedford Street, 29, Covent Garden, London, 1890.

Ce petit volume traite uniquement de la parabole; les auteurs y ont réuni, sous forme didactique, toutes les propriétés de cette courbe; un grand nombre d'exemples choisis avec soin et des problèmes intéressants, classiques d'ailleurs pour la plupart, terminent l'ouvrage.

L. O.

2° Sciences physiques.

Georges Dumont : *Annales d'Electricité et de Magnétisme 1889-1890*. — *Un beau volume grand in-8°, 428 pages, 570 gravures (12 francs)*. Veuve Larousse, 15, rue Montparnasse, Paris, 1891.

La préface de M. Dumont constitue la meilleure bibliographie de son ouvrage; aussi ne saurions-nous mieux faire que d'en transcrire quelques lignes :

« L'accueil qui a été fait à notre dictionnaire nous a démontré qu'il est véritablement utile à l'inventeur, au praticien, et, en général, à tous ceux qui ont besoin d'avoir immédiatement un renseignement théorique ou pratique.

« Mais l'œuvre serait évidemment incomplète si nous ne suivions pour ainsi dire au jour le jour les progrès si rapides faits par cette science nouvelle, « l'Electricité ». Aussi avons-nous l'intention de publier périodiquement, à intervalles aussi rapprochés qu'il sera nécessaire, et sous forme de dictionnaire, les faits nouveaux qui viennent compléter les renseignements contenus dans notre premier ouvrage. Ces publications, qui constitueront des suppléments au Dictionnaire de 1888, porteront le nom d'*Annales de l'Electricité*. »

Nous avons dit, il y a peu de temps, tout le bien que nous pensions du Dictionnaire d'Electricité; nous ne pouvons que le répéter au sujet de ces *Annales*, rassemblées et éditées avec le même soin, la même conscience, et dignes, à tous les points de vue, de continuer l'œuvre si bien commencée.

Dans l'immense littérature électrique de notre temps, il est inévitable que l'on rencontre un grand nombre de travaux sans valeur, beaucoup de répétitions, des discussions dont, après quelques années, le résultat seul importe, les diverses étapes de l'étude d'une question, étapes dont la connaissance ne peut intéresser que l'historien. Pour le praticien, la conclusion seule, le progrès définitivement acquis est intéressant. Il faut donc élaguer beaucoup, et condenser ce qui lui reste; enfin, disposer le tout sous une forme qui épargne des recherches. Tel est le but de ces *Annales*, qui rendront le plus grand service.

Puisse l'auteur, qui continue seul l'œuvre commencée avec une si précieuse collaboration, ne pas se lasser de ce labeur de bénédictin, et nous donner pendant de longues années encore les suites qu'il nous promet. Cette série du Dictionnaire constituera le véritable *va-de-mecum* de la science électrique.

Ch. Ed. GUILLAUME.

Poisson (Albert). — *Théorie et symboles des alchimistes*, 1 vol., in-8°. Chacornac, 41, quai Saint-Michel, Paris, 1891.

L'éditeur Chacornac publie une collection d'ouvrages relatifs aux sciences hermétiques, qui comprend, à côté des divagations de M. Tiffereau, l'alchimiste du XIX^e siècle, et de fantaisies dues à M. Lermine, des études consciencieuses sur l'alchimie, par M. Albert Poisson. L'ouvrage que nous signalons aujourd'hui est divisé en deux parties. Dans la première, l'auteur résume très nettement les théories alchimiques; dans la seconde, il s'attache à interpréter les symboles que l'on retrouve constamment dans les traités hermétiques, et déchiffre un certain nombre des rébus que constituent les figures de ces ouvrages. Ce petit livre se termine par une bibliographie des principales œuvres des alchimistes.

Georges CHARPY.

Guye (Philippe A.), Docteur des Facultés des Sciences de Genève et de Paris. — *Etude sur la dissymétrie moléculaire*. Thèse pour le doctorat présentée à la Faculté des Sciences de Paris. Gauthier-Villars et fils, 53, quai des Grands-Augustins, Paris, 1891.

Les travaux de Pasteur, et ceux de MM. le Bel et Van T'Hoff sur la dissymétrie moléculaire ont conduit aux conclusions suivantes :

Tout milieu actif sur la lumière polarisée est par cela même dissymétrique ;

Le pouvoir rotatoire des cristaux dont les solutions sont inactives a pour seule cause la structure cristalline dissymétrique ;

Le pouvoir rotatoire des corps liquides dissous a pour seule cause la structure dissymétrique de la molécule, en d'autres termes, l'arrangement dissymétrique des atomes dans la molécule ;

C'est à l'étude de cette dernière proposition qu'est consacré le travail de M. Guye. On peut résumer cet important mémoire, dans ses grandes lignes, de la façon suivante :

Toute molécule optiquement active, contenant un atome de carbone asymétrique (Le Bel et Van T'Hoff), peut être représentée graphiquement par un tétraèdre, au centre duquel se trouve un atome de carbone, quatre radicaux différents étant placés aux sommets.

La dissymétrie de la molécule peut être mesurée par le produit $P = d_1 \times d_2 \times d_3 \times d_4 \times d_5 \times d_6$, les lettres d représentant les distances du centre de gravité aux 6 plans de symétrie du tétraèdre. Ce produit d'asymétrie s'annule, en effet, si le carbone n'est pas asymétrique; de plus, il change de signe quand on passe de la dissymétrie droite à la dissymétrie gauche.

Si donc on détermine pour les composés actifs, d'une part le produit d'asymétrie, d'autre part le pouvoir rotatoire, on doit trouver que ces deux grandeurs conservent toujours le même signe. Une substitution qui déplace le centre de gravité de la molécule de façon à changer le signe du produit d'asymétrie, doit fournir un composé dont le pouvoir rotatoire est de signe contraire à celui du composé primitif.

Dans une première approximation, on peut supposer les masses des quatre radicaux concentrées aux sommets du tétraèdre.

En opérant de cette façon, M. Guye a pu vérifier l'exactitude de ses déductions sur plus de 100 dérivés actifs, notamment sur des dérivés amyliques, tartriques et maliques. Quelques exceptions, observées avec des corps pour lesquels les quatre radicaux ont des masses très peu différentes, semblent indiquer que l'hypothèse des masses concentrées aux sommets du tétraèdre n'est qu'une première approximation. M. Guye se réserve de revenir sur ce point.

Nous n'avons fait que signaler l'idée qui domine cet important travail. Au cours de ses recherches M. Guye a rencontré plusieurs particularités intéressantes, notamment une relation entre la position du centre de gravité de la molécule et l'inclinaison des facettes hé-

miédres dans les dérivés tartriques, l'interprétation de certains faits d'équilibre chimique au moyen des lois du pouvoir rotatoire, etc. Nous ne pouvons que signaler ici ces détails, espérant que ce rapide résumé aura suffi à montrer à quel point les recherches de M. Guye sont empreintes de hardiesse et d'originalité.

G. CHARPY.

3^e Sciences naturelles.

Perdrix (L.). — *Sur les fermentations produites par un microbe anaérobie de l'eau*. Thèse de la Faculté des Sciences de Paris. (Annales de l'Institut Pasteur, Mai 1891.)

Le mémoire de M. L. Perdrix présente un très grand intérêt et mériterait mieux qu'une analyse bibliographique, forcément sommaire; il est intéressant surtout par le jour qu'il jette sur certains côtés obscurs jusqu'ici de la fermentation des matières amylacées; je vais tenter d'en donner ici une idée au lecteur.

M. Perdrix a isolé son bacille de l'eau des conduites de la ville de Paris et lui a donné le nom de *bacille amylozyme*, pour spécifier la propriété qu'il possède de faire fermenter l'amidon.

2^e Séparation et purification du bacille. — Pour obtenir le bacille cherché, M. Perdrix se sert de la pomme de terre. Des fragments de pommes de terre sont introduits dans des tubes à essais, à parois résistantes, avec un peu d'eau; le tout est stérilisé à l'autoclave. On y ensemence ensuite quelques gouttes d'eau des conduites de Paris, puis le vide est fait avec la pompe à mercure, les tubes scellés au chalumeau et placés à l'étuve. Au bout de quelques jours, un peu de cette première culture est prélevé au moyen d'une pipette et maintenu dix minutes à 88°. Le produit de cette opération est ensuite ensemencé sur des tubes à pommes de terre de Roux, par stries. En quelques jours, on obtient des colonies isolées qui permettent d'obtenir rapidement des cultures pures.

3^e Morphologie et physiologie générale du bacille amylozyme. — Ce bacille est mobile; il a de 2 à 3 μ de long et 0,5 μ de large; la présence de l'oxygène arrête complètement ses mouvements. Il se colore facilement et produit des spores très faciles à observer. Le bacille amylozyme est essentiellement anaérobie; il ne peut pousser à l'air, mais croît facilement dans le vide, dans l'hydrogène, l'azote ou l'acide carbonique. La température optimum est 35° environ. Il se développe en dégageant une grande quantité de gaz. Le bacille amylozyme pousse bien dans les liquides employés ordinairement en microbiologie; il fait fermenter les sucres, agit énergiquement sur la matière amylacée, mais n'a pas d'action sur la cellulose et sur le lactate de chaux. Ces propriétés le différencient de l'*Amylobacter* de M. Van Tieghem et du vibron butyrique de M. Pasteur. Il est très sensible aux acides et aux alcalis: la culture s'arrête quand l'acidité atteint 0,10 % et l'alcalinité 0,08 %. Comme ce bacille transforme partiellement les hydrates de carbone en acides, il convient, pour avoir des fermentations complètes, d'ajouter du carbonate de chaux dans les vases de culture.

4^e Fermentation des sucres. — Avec le glucose, les gaz dégagés sont de l'acide carbonique et de l'hydrogène en proportion à peu près égale. Les acides produits sont de l'acide acétique et de l'acide butyrique, ce dernier fournissant à lui seul 80 % de la masse totale des acides fixes. Avec le saccharose et le lactose, les résultats ont été semblables.

5^e Fermentation de la matière amylacée. — Sur les substances amylacées, le bacille amylozyme commence par provoquer par hydratation de l'amidon un sucre susceptible de fermenter comme le glucose. Ce sucre peut être constaté et dosé dans les cultures, grâce à la sensibilité du microbe aux acides; il suffit, pour cela, de ne pas introduire de carbonate de chaux dans la culture. Si, au contraire, on a incorporé ce dernier sel, la culture ne devient pas acide, et le sucre formé fer-

mente au fur et à mesure de sa production, et à la fin de l'expérience on trouve seulement un mélange d'acétate et de butyrate de chaux.

La caractéristique du bacille amylozyme, dans les milieux amyliacés, c'est de produire des alcools éthylique et amylique dans la proportion de 2 à 3 % du poids des pommes de terre employées. Le sucre formé dont nous avons parlé plus haut est très voisin du glucose, mais il en diffère par son pouvoir rotatoire; sous l'influence de la levure de bière, il subit la fermentation alcoolique ordinaire. Si l'on mélange de la levure de bière et du bacille amylozyme, et qu'on fasse agir ce mélange sur des substances amyliacées, tout se passe comme si chacun d'eux était seul : l'amylozyme transforme l'amidon en sucre et la levure agit sur ce sucre pour en faire de l'alcool. L'alcool produit par les deux organismes réunis contient de l'alcool amylique. D'où vient-il? M. Perdrrix montre que la levure de bière agissant seule sur le sucre de fécule ne peut produire cet alcool amylique. C'est donc l'amylozyme qui est l'auteur de cette production d'alcool amylique. Cette étude a conduit M. Perdrrix à penser que, dans les fermentations industrielles (alcools de pomme de terre et de grains), la présence de l'alcool amylique est due à l'action de microbes anérobies pour lesquels l'amidon est un aliment, microbes qui se trouvent mêlés à la levure commerciale. C'est par cette intéressante conclusion pratique que M. Perdrrix termine son importante étude.

Dr H. DUBIEF.

Arthus (Maurice). — *Recherches sur la coagulation du sang.* Thèse de la Faculté des sciences de Paris. H. Jouve, imprimerie des Ecoles, 13, rue Racine, Paris, 1891.

Le sang qui circule à l'état fluide dans l'organisme normal se coagule quand il est extrait des vaisseaux ou bien, encore parfois dans les vaisseaux eux-mêmes sous l'influence de certaines altérations morbides. Le phénomène de la coagulation est donc plutôt pathologique que physiologique; toutefois il intéresse également le médecin et le physiologiste, car celui-ci peut arriver à savoir comment le sang reste fluide à l'état normal par la connaissance du mécanisme de la coagulation.

Les recherches expérimentales ont fait connaître un assez grand nombre de conditions qui s'opposent à la formation du caillot fibrineux. Parmi les principales on peut citer l'action du froid, de certaines solutions de sels neutres, l'intégrité des parois vasculaires. A ces conditions MM. Pagès et Arthus viennent d'en ajouter une nouvelle. Une petite quantité d'un oxalate alcalin ajouté au sang, au moment de sa sortie des vaisseaux, lui conserve sa fluidité; mais la coagulation peut se produire quand à ce sang, oxalate on ajoute une quantité donnée de chlorure de calcium. On avait noté déjà la fluidité du sang dans les empoisonnements par l'oxalate de potasse, mais on n'avait pas songé à tirer de ce fait les considérations importantes relatives au mécanisme de la coagulation qui font l'objet principal du mémoire de M. Arthus.

L'auteur montre comment les travaux de Denis (de Commercy), de Buchanan (de Glasgow), de Schmidt (de Dorpat), de Brücke, ont conduit la généralité des physiologistes à admettre que la formation du caillot fibrineux nécessite le concours de trois substances albuminoïdes : une substance fibrinogène, une substance plastique et un fibriniferm.

Hammarsten toutefois n'admet comme nécessaires que la substance fibrinogène et le fibriniferm : sous l'influence de ce dernier, la matière fibrinogène se dédouble en deux substances : la fibrine qui se dépose et une globuline qui reste en dissolution. Il découvre que le troisième albuminoïde considéré comme indispensable par Schmidt, la substance fibrinoplastique, peut être remplacé par le chlorure de calcium, et démontre

par là le rôle essentiel des composés calciques au point de vue fibrinoplastique.

D'ailleurs, Freund, considérant que la fibrine renferme toujours des cendres, qui sont généralement formées de chaux et de magnésie à l'état de phosphates, avait été également conduit à penser que les phosphates alcalino-terreux jouent un rôle important dans la coagulation du sang.

C'est ce rôle important que M. Arthus s'est proposé de mettre en lumière et de préciser en s'appuyant sur de nombreuses expériences sur le sang et sur des recherches faites antérieurement avec M. Pagès sur l'action du labriment sur le lait¹.

De l'ensemble de ce travail M. Arthus tire les conclusions suivantes :

Du sang additionné d'un oxalate ou d'un fluorure alcalin (moins de 0,1 %, de chlorure, moins de 0,2 % de fluorure) est rendu incoagulable spontanément; et ce n'est ni en détruisant le fibrinogène ou le fibriniferm, mais seulement en précipitant les sels de calcium que ces sels rendent le sang non spontanément coagulable.

La fibrine est un composé calcique et les sels de calcium sont bien des agents fibrino-plastiques en ce sens que le fibriniferm ne peut agir sur le fibrinogène qu'en présence de sels de calcium.

Les sels de strontium ont les mêmes propriétés que les sels de chaux, mais il n'existe ni fibrine barytique, ni fibrine magnésienne.

La coagulation du sang est d'ailleurs un phénomène de même ordre que la caséification du lait, qui consiste dans une transformation chimique d'une substance albuminoïde sous l'influence d'un ferment et la production d'un composé alcalino-terreux.

La caséine est l'homologue du fibrinogène, le labriment du fibriniferm, le caséum de la fibrine, la substance albuminoïde du petit lait de la globuline de Hammarsten, coagulable à 64°.

Ces résultats expérimentaux donnent à la théorie d'Hammarsten, qu'ils complètent, une plus grande netteté et permettent de se faire une idée plus précise de ce que l'on doit entendre par substance fibrinoplastique dans la théorie de Schmidt.

La formation de la fibrine nécessite donc bien trois substances comme le prétend Al. Schmidt : une substance fibrinogène, une substance fibrinoplastique et un fibriniferm; mais la substance fibrinoplastique n'est pas une paraglobuline, c'est un composé calcique.

Pour expliquer comment le sang reste fluide dans les vaisseaux, il est nécessaire d'admettre, d'après M. Arthus, que le fibriniferm ne préexiste pas dans le sang circulant et qu'il ne se forme pas par suite de l'activité vitale des éléments cellulaires en dehors des vaisseaux; il résulterait de la destruction des éléments cellulaires.

Il est peut-être regrettable que M. Arthus n'ait pas insisté sur la différence qu'il admet entre l'activité vitale des éléments cellulaires en dehors des vaisseaux et leur destruction, qui peuvent être considérés cependant comme un seul et même phénomène biologique. D'autre part le rôle actif capital du fibriniferm ne nous paraît pas encore suffisamment expliqué pour que l'on puisse considérer la coagulation du sang comme un phénomène chimique.

Il nous faut de dire cependant qu'on ne saurait méconnaître l'importance du fait expérimental signalé par M. Arthus et des déductions ingénieuses qu'il en a tirées tant au point de vue théorique qu'au point de vue pratique; il serait à désirer que l'on apportât toujours dans l'étude des phénomènes biologiques une rigueur expérimentale aussi grande que celle qui a été mise en pratique par l'auteur des *Recherches sur la coagulation du sang*.

Dr Raphael Dunois.

¹ Archives de Physiologie (avril et juillet 1890).

4° Sciences médicales.

Hugouennq (Louis), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Lyon. Traité des poisons. Hygiène industrielle. Chimie légale* (8 fr.) G. Masson, 120, boulevard Saint-Germain, Paris, 1891.

M. Hugouennq a reproduit dans ce livre les conférences de toxicologie faites pendant trois ans à la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de Lyon. Ce volume comble une lacune qui existait depuis longues années dans la littérature d'enseignement médical. Il manquait, en effet, un livre assez élémentaire dans lequel le lecteur pût trouver tous les renseignements concernant la toxicologie de tel ou tel corps et les considérations auxquelles peut prêter cette étude toxicologique dans les différentes applications dont ce corps est susceptible. Il est précieux, aussi bien pour l'étudiant que pour le spécialiste, de pouvoir, par la lecture de quelques pages, acquérir une notion exacte de l'importance et de l'intérêt que présentent le phosphore, l'arsenic, le plomb, le chloroforme, les alcaloïdes, etc., au point de vue de l'hygiène des ouvriers qui fabriquent ou manient ces produits, de leur emploi à titre médicamenteux, des symptômes et des lésions que leur absorption détermine. C'est là une façon toute spéciale d'envisager l'étude des corps et dont l'utilité, au point de vue médical, n'a pas besoin d'être mise en évidence.

Ne voulant pas s'en tenir aux classifications physiologiques, encore mal arrêtées, l'auteur a divisé en quatre groupes les corps dont il a fait l'étude. Le premier comprend les composés minéraux indestructibles et faciles à isoler : arsenic, antimoine, plomb, mercure, zinc, etc. Le second comprend les caustiques : acides et alcalis. Le troisième renferme les composés volatils, minéraux ou organiques : phosphore, gaz vénéneux, alcool, anesthésiques, acide cyanhydrique, etc. Enfin, le quatrième comprend les alcaloïdes et les composés analogues. C'est l'ordre en quelque sorte imposé par les procédés de recherche chimique ; et il offre l'avantage de familiariser progressivement le lecteur avec la complication que présente tant la recherche chimique que l'étude toxicologique proprement dite de chaque composé.

Au point de vue purement toxicologique, on constate cependant, dans cet ouvrage, certaines lacunes regrettables : c'est ainsi que la localisation des poisons n'est pas traitée avec les détails dont elle est susceptible et l'importance qu'elle mérite ; le fait de la persistance de l'oxyde de carbone dans le sang, très longtemps après la mort, n'est même pas mentionné ; l'auteur dit, à propos de l'empoisonnement par les vapeurs de sulfhydrate d'ammoniaque dans les fosses d'aisances, que l'analyse spectrale du sang ne présente rien de particulier, ce qui est en complet désaccord avec les observations faites jusqu'ici, au moins lorsque l'autopsie n'est pas trop longtemps différée ; ce sont là autant de détails qu'il serait indispensable de trouver dans un livre comme celui de M. Hugouennq, car le lecteur ne pensera pas à aller les chercher ailleurs. En revanche, certains chapitres sont remarquables et présentent un vif intérêt : tels sont ceux qui traitent de généralités au sujet de la toxicologie, du poison, de l'étude physiologique et médico-légale de l'empoisonnement, de la recherche chimique des poisons et de la putréfaction ; on est vraiment désappointé à la lecture d'autres chapitres dans lesquels on se trouve réduit à une assez sèche description des procédés de recherche chimique des alcaloïdes. Il semblerait que l'auteur n'ait pas saisi toute l'immense utilité, la nécessité absolue même de l'intervention de l'expérimentation physiologique pour confirmer et préciser les résultats de l'analyse chimique. J'ai bien remarqué, en certains points, qu'il était question de l'expérimentation sur les animaux, de l'utilisation des symptômes, etc., mais cette mention est tellement accessoire qu'elle se perd tout à fait dans l'exposé des caractères et des réactions

chimiques et que le lecteur ne peut pas se faire une idée de l'importance capitale de ce moyen d'observation en toxicologie.

Pour ne citer que quelques exemples, il est à peine question de l'action, pourtant si remarquable, de la vératrine sur la fibre musculaire, de celle de l'acétylcholine sur le cœur de la grenouille, alors que les indications obtenues dans ces cas par une expérimentation physiologique bien conduite sont de beaucoup supérieures à toutes les réactions chimiques qu'elles doivent, je ne saurais trop y insister, confirmer absolument.

Certes, il est utile de pouvoir obtenir, comme résultat des opérations chimiques, un corps bien pur, cristallisé, offrant des réactions précises ; mais, grâce à l'intervention des méthodes si délicates et si exactes de l'expérimentation physiologique, il est possible de vérifier ces premières observations et d'acquiescer, au point de vue médico-légal, la certitude que l'on ne peut obtenir sans cela.

Voilà une lacune considérable dans le travail de M. Hugouennq et, bien qu'il nous dise dans sa préface, que ce livre « n'est pas un traité complet du poison et de l'empoisonnement », il n'en est pas moins vrai qu'il ne justifie pas suffisamment son titre de *Traité des poisons*. Il me paraît injustifiable de ne pas donner, actuellement, la plus large place à l'expérimentation physiologique et à la description de ses méthodes si précieuses, dans les chapitres qui traitent des empoisonnements par les alcaloïdes.

Dr Gabriel POUCHET.

Leed et Davis. *The chemistry and clinical value of sterilized Milk.* (La composition chimique et la valeur clinique du lait stérilisé.) — *The American Journal of the medical sciences*, page 361, Juin 1891.

Dans la première partie de ce travail, M. Leed s'est attaché à déterminer les modifications que subissent les éléments constitutifs du lait, quand ce liquide est stérilisé par la chaleur. Mais avant d'exposer le résultat de ses recherches personnelles, le professeur de chimie du *Stevens Institut* passe en revue les travaux nouveaux entrepris sur le lait, entre autres les recherches de M. Duclaux sur les trois états de la caséine dans le lait, ainsi que celles de M. Halibuston et de M. Béchamp.

M. Leed insiste sur l'existence dans le lait d'un ferment capable de liquéfier l'amidon, ferment qui existe après passage à travers le filtre Pasteur. Ce ferment se détruit à 75°. Le lait de femme aurait sur l'amidon une action plus énergique encore que le lait de vache. Examinant successivement l'action de la présure, de l'acide chlorhydrique, du suc gastrique et du suc pancréatique, l'auteur fait voir que du lait porté au-dessus de 75° a subi d'importantes modifications. Les résidus des digestions peptique et pancréatique sont en effet beaucoup plus considérables dans le cas des laits stérilisés, ainsi que le montrent les chiffres suivants :

Digestion peptique. Résidu : Lait cru 0,13. Stérilisé 0,449.

Digestion pancréatique. Résidu : Lait cru 1,26. Stérilisé 2,596.

Mais ces altérations se produisent moins si l'on se contente de porter le lait à 68°, température suffisante, d'après l'auteur, pour rendre inoffensifs les micro-organismes, surtout si l'on prend la précaution de neutraliser l'acidité du lait avant le chauffage.

Le Dr Davis, qui a étudié la question au point de vue clinique, se montre encore plus sévère. Pour lui, le lait stérilisé employé seul et tel qu'il est préparé, constitue une nourriture insuffisante, qui peut être utile dans les cas d'entérite aiguë, mais à la condition de ne pas en prolonger l'usage unique.

Cette contribution à l'étude du lait stérilisé est intéressante, mais, à notre sens, encore insuffisante pour imposer une conclusion pratique.

L. O.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

(La plupart des Académies et Sociétés savantes, dont la *Revue* analyse ordinairement les travaux, sont actuellement en vacances.)

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 31 août 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. P. Serret : Sur une propriété d'involution commune à un groupe plan de cinq droites et à un système de neuf plans. — M. Bosscha s'est occupé de déterminer le degré d'exactitude que possède le mètre international comparé au prototype des Archives. Il s'est assuré d'abord que ce prototype, dans son état actuel, est susceptible de fournir une mesure de longueur invariable à un demi-millionième près; quatre systèmes d'observations, en effet, entièrement indépendants les uns des autres, qui avaient pour objet de déterminer la différence de longueur entre l'un des mètres nationaux et le mètre des Archives, ont donné quatre valeurs dont

aucune ne s'écarte de $\frac{1}{2}$ de la moyenne. Quant au mètre

international, les comparaisons faites de sa longueur avec celle du mètre des Archives à diverses températures ne permettent pas d'établir entre ces longueurs à 0° une comparaison rigoureuse; pourtant on peut admettre, conformément aux conclusions de la Commission Néerlandaise, que le mètre international est trop court. — M. G. Faurie donne deux formules destinées à exprimer les lois de l'écroutissage et des déformations permanentes; il a déterminé pour quelques cuivres et alliages de cuivre les constantes de ces formules. — M. J. Léotard : Observation de la comète Wolf.

2^o SCIENCES NATURELLES. — M. Ad. Chatin, en présentant à l'Académie le dernier fascicule de la partie de son *Anatomie comparée des végétaux* relative aux espèces parasites (Phanérogames), rappelle l'origine de ses recherches dans cette branche de la botanique, les principaux résultats qu'il y a obtenus, l'importance qu'elle a acquise par la suite, et le rôle qu'elle joue et qu'elle est appelée à jouer encore dans la taxonomie.

Mémoires présentés. — M. G. Trouvé soumet au jugement de l'Académie une : « Etude sur un nouveau système de navigation avec pile à l'eau de mer. » — M. E. Nadalon adresse la description d'un instrument qui permettrait d'évaluer le diamètre d'une tige à $\frac{1}{100}$ ou $\frac{1}{200}$ de millimètre près.

Séance du 7 septembre

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. E. Picard : Sur le nombre des racines communes à plusieurs équations simultanées. — M. E. Cosserrat : Observations de la planète Palisa (1891, août 30), faites à l'Observatoire de Toulouse. — M. P. Tacchini adresse le tableau de la distribution en latitude des phénomènes solaires observés à l'Observatoire royal du Collège romain pendant le premier semestre 1891; les protubérances ont été plus fréquentes dans l'hémisphère austral, comme en 1889 et 1890, avec le maximum de fréquence toujours dans les zones $\pm 40^\circ \pm 50^\circ$, tandis que les taches ont conservé leur grande prédominance au nord de l'équateur, comme les facules; tous les phénomènes présentent une fréquence très faible au voisinage de l'équateur solaire. — A propos des communications faites récemment à l'Académie sur le mouvement des protubérances solaires, M. Fizeau remarque que ces mouvements sont d'une vitesse telle qu'il importe au plus haut degré, lorsqu'on applique le principe du

déplacement des raies par le mouvement du corps lumineux, de tenir compte de l'aberration. Examinant ces mouvements quant à leur nature, M. Fizeau fait observer que les raies de l'hydrogène, dans les laboratoires, n'apparaissent jamais que sous des influences électriques; d'autre part, que l'aspect des protubérances solaires, avec leurs changements rapides de forme et d'éclat, leur apparence rubanée, ondulée, interrompue, rappelle les aurores boréales; à ce point de vue, on doit considérer les apparences lumineuses des protubérances, non comme dues à des transports de matière, mais comme résultant de la propagation non instantanée de phénomènes électriques à travers des masses gazeuses.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. P. Henry a réalisé la synthèse directe des alcools primaires à partir de l'alcool méthylique, en faisant réagir les composés organoziniques sur les éthers méthyliques simples monochlorés; le rendement est presque théorique. — A propos de la communication récente de MM. Fouqué et Michel Lévy, sur la reproduction de certains éléments des granites, M. H. Le Chatelier indique une théorie générale des conditions de la cristallisation, en partant de laquelle il a institué des expériences pour reproduire les différents minéraux. Le principe consiste à produire sur des matériaux qui, à la pression ordinaire, donnent après fusion une masse vitreuse, une pression considérable à la faveur de laquelle la masse fondue doit cristalliser en se refroidissant. Les expériences ont porté sur des mélanges ayant la composition du feldspath orthose et de la pegmatite, comprimés entre deux cylindres d'acier à 5 000 atmosphères et fondus par une spirale de platine incandescente; elles n'ont point encore donné de résultats positifs, faute d'avoir pu prolonger le refroidissement au-delà de quelques minutes.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. A. Chauveau a obtenu la fusion des sensations chromatiques perçues isolément par chacun des deux yeux, en superposant au moyen du stéréoscope deux surfaces égales teintées de deux couleurs différentes; l'expérience réussit le mieux avec une lumière faible ou avec un éclairage instantané. — M. S. Arloing a constaté que le Staphylocoque doré sécrète une substance soluble qui produit chez l'animal, auquel on l'injecte, une excitabilité particulière des centres vaso-dilatateurs; cette excitabilité est facile à constater au moyen de deux excitations égales du nerf de Cyon, avant et après l'injection des produits de culture; la seconde réponse est plus intense et plus prolongée que la première. Cet état des centres est nécessaire pour la formation du pus par l'action du microbe. — M. P. Lesage a observé la formation d'amidon dans la racine du radis, qui, normalement, n'en contient point, après des arrosages avec de l'eau contenant une certaine proportion de sel marin; un excès de sel empêche cette production d'amidon.

Mémoires présentés. — M. P. Masson adresse un projet de dispositif destiné à éviter les collisions entre les trains de chemin de fer. — M. C. Zalikiewicz adresse une note concernant la réforme du service télégraphique. — M. L. Mignot adresse une note concernant l'emploi de la potasse pour la destruction du Phylloxera et la régénération de la vigne. — M. Pigeon adresse diverses notes concernant l'emploi thérapeutique de l'air ozonisé, la production des épidémies de choléra et la transmission de diverses maladies par la

vaccination. — M. Paquelin adresse une réponse aux observations présentées par M. Manuel-Périer, concernant la nouvelle disposition de son thermo-cautère. — M. Ch. Zurcher adresse une note intitulée : « Recherche de la loi de succession des nombres premiers. » — M. Pimpar adresse une note sur un projet d'appareil destiné à la transmission de la vision à distance.

L. LAPICQUE.

ACADEMIE DE MÉDECINE

Séance du 25 août 1891.

M. A. Béchamp : Considérations sur les méthodes actuelles de l'analyse du lait, sur les matières extractives de cette humeur et sur les substances réductrices du réactif de Fehling, autres que le lactose, qu'elles contiennent. — M. Lucas-Championnière : Cureradicale des hernies. Depuis sa première cure radicale de hernie non étranglée, l'auteur n'a fait deux-cent-cinquante-quatre opérations de ce genre, sur lesquelles il n'y a eu que deux morts. L'un de ces derniers était dans des conditions détestables, et l'autre a succombé sans que M. Lucas-Championnière en ait été prévenu. L'opération a réussi sur une femme de cinquante et un ans, pesant 100 kilos, ayant une hernie ombilicale de 78 centimètres de tour à sa base; sur une femme ayant une hernie inguinale descendant au genou, etc... L'opération, difficile en elle-même, réussit si la méthode employée est bonne. On peut affirmer que la cure radicale doit être aujourd'hui la règle, mais avec les réserves suivantes : L'opération n'est pas à conseiller chez les très jeunes enfants. Chez le vieillard, l'opération est dangereuse. Même chez le sujet ayant dépassé la quarantaine, il faut être prudent. De sept à quarante ans, au contraire, on peut opérer toutes les hernies, tous les sujets voulant se passer du bandage, etc. Il n'y a de réserves à faire que si les sujets sont déjà malades ou si les parois abdominales sont mauvaises. La hernie inguinale congénitale doit être opérée sans exception. Enfin, chez la femme, dans des conditions de jeunesse suffisante, l'opération devrait être pratiquée sans exception puisqu'elle présente pour elle des bénéfices plus assurés, et la débarrasse de l'imminence d'accidents particulièrement graves. — M. Guermontprez (Lille) : Autoplastie de la main par désoisement d'un doigt.

Séance du 1^{er} Septembre.

M. Tholozan : La grippe en Perse en 1889-1890. Tout le Nord de la Perse a été envahi en 1889. La mortalité fut considérable. Quand cette épidémie eut disparu, à la fin de mars 1890, on observa des affections consécutives, névralgies, débilité, etc. La ville de Récht fut atteinte en septembre 1889; Téhéran au mois d'octobre, et Isbahan à la fin du même mois. La maladie fut signalée au commencement de décembre 1890 à Mouché. La grippe a d'abord atteint le littoral sud-ouest de la Caspienne et peu après la capitale de ce royaume. D'Isbahan pour atteindre Chiraz l'épidémie a mis environ deux mois, et de là pour se montrer à Bouchir, deux mois et demi. La propagation de ce fléau en Perse, a été lente et très irrégulière. — M. Béchamp : Considérations physiologiques sur les globules et les microzymas laiteux de laits de vache anormaux. Les microzymas sont l'unique cause des altérations spontanées caractéristiques diverses du lait. Les microzymas, dans les laits anormaux présents, sont eux aussi anormaux par leur abondance et leur ténuité. — M. Folaillon : Note sur un procédé de palatoplastie en deux séances. L'auteur présente des malades opérés par son procédé, lequel consiste à faire, dans une première séance, deux incisions latérales et à décoller la muqueuse jusqu'à la perforation en rasant les os avec soin. L'écoulement du sang est arrêté par la compression. Le lendemain ou surlendemain on fait l'avivement et la suture.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 17 juillet 1891

M. Jouffroy s'occupe des conditions économiques actuellement réalisables dans la machine à vapeur. De ses calculs, établis par la méthode directe de décompte des calories, il déduit qu'une machine munie d'une enveloppe, avec des parois sans masse et un réchauffement intermittent, égaliserait le rendement maximum. En appelant puissance théorique de l'enveloppe la quantité de chaleur nécessaire pour empêcher toute condensation pendant la détente, on peut calculer l'utilisation de cette puissance. Si, pour une machine à cylindre unique, le nombre ainsi calculé est critique, il est, au contraire, légitime pour une machine à quadruple expansion, ce qui est précisément le cas de la machine marine étudiée par M. Jouffroy : on peut y admettre une utilisation égale à 60 0/0 de la puissance théorique. De là résulte que, pour une machine à condensation, recevant la vapeur à une pression de 11,5 atmosphères, la consommation de charbon peut descendre au-dessous de 0 k. 600 par cheval. Pour diminuer encore la consommation, il faudrait augmenter la pression initiale. Cette communication et l'étude du rendement théorique maximum des machines à vapeur donnent lieu à une intéressante discussion entre MM. Casalonga, Salgués et Richard.

Séance supplémentaire du 24 juillet

M. Chauchy expose de nouvelles méthodes pour le calcul de différentes poutres : 1^o Pour les poutres armées, il tire la valeur de la tension du câble inférieur qui relie les extrémités de la poutre rigide, d'une équation du premier degré obtenue en évaluant de deux manières différentes l'allongement de ce câble. De la tension ainsi obtenue, il est facile de déduire les réactions des contrefiches réunissant le câble et la poutre rigide, et, par suite, les moments fléchissants produits dans cette poutre. Cette méthode s'applique aux ponts à tablier rigide en remarquant que, — dans ce cas, — il faut calculer la tension pour les différents brins ; 2^o Pour le calcul des poutres continues reposant sur n appuis, M. Chauchy obtient les réactions inconnues en écrivant, outre les deux conditions ordinaires d'équilibre, $n-2$ deux équations basées sur la formule du travail de flexion ; 3^o En déterminant préalablement par la statique graphique les déplacements élastiques, il applique la méthode analytique indiquée pour les poutres continues droites, par M. Bertrand de Fontviola, aux poutres continues en arc s'arc-boutant, aux arcs avec points d'appui intermédiaires, et aux arcs ou aux systèmes d'arcs reliés à des poutres continues. — M. Hinstin traite des droits de douane, au point de vue industriel. Il signale l'erreur des théoriciens pour qui le commerce et l'industrie ne font qu'une seule et même chose : il n'y a pas seulement en présence le producteur et le consommateur ; mais le prix que le consommateur paie un produit est augmenté considérablement, doublé souvent, par le bénéfice de l'intermédiaire et par les frais de transport ; la surcharge qui résulte d'un droit de douane est bien faible vis-à-vis des précédentes. Il faut également distinguer entre les deux sortes de bénéfices : bénéfice brut et bénéfice net. Un droit de douane bien appliqué peut, tout en maintenant la concurrence, faire revenir le bénéfice net en France et repasser le brut à l'étranger. En somme, il est bon d'avoir des droits modérés qui, sans élever le prix des marchandises au profit de quelques industriels, permettent au travail national de se développer. Pour fixer ces droits, il faudrait que les Comités et les chambres consultatives fissent dans leur sein une grande place aux ingénieurs et aux industriels. — M. Polonceau considère ces questions de protection ou de libre échange comme un marchandage entre les divers Etats. Au point de vue des transports, il rappelle que les Compagnies ont des tarifs communs avantageux ; il souhaite aussi voir suivre le

système employé en Autriche, où les négociants proposent leurs prix aux Compagnies de chemin de fer. — MM. Coignet et J. Fleury sont partisans du libre échange. Les droits exagérés ralentissent les progrès de l'industrie. D'ailleurs, la France n'a pas d'intérêt à se fermer; elle importe trois fois moins de produits fabriqués qu'elle n'en exporte; elle a tendance à l'expansion. Ce qu'il faut chercher à faire est d'abaisser le prix de revient : c'est le rôle de l'ingénieur.

P. JANNETAZ.

SOCIÉTÉS MARITIMES SCIENTIFIQUES

INSTITUTE OF MARINE ENGINEERS

Session 1891

M. W. Wilson : *Sur les progrès des machines marines.* Les progrès accomplis récemment dans la construction des machines sont tels que malgré la complication des organes qui a crû sans cesse, et la puissance qui a quadruplé depuis vingt ans, le personnel de la chambre des machines n'a pas eu besoin d'être sensiblement augmenté. M. Wilson, ingénieur en chef de la Compagnie Péninsulaire Orientale, expose dans ce travail ceux de ces progrès qui peuvent être considérés comme consacrés par la pratique, et qui indiquent par suite l'ordre d'idées à suivre pour réaliser désormais de nouveaux progrès. Les anciens ressorts des pistons exerçaient sur les parois du cylindre une pression énorme, donnant lieu à un frottement exagéré, et entraînant une usure et des réparations incessantes des garnitures, ainsi que le changement des ressorts eux-mêmes dont les cassures étaient fréquentes. On n'avait alors en vue que l'étanchéité. Aujourd'hui on emploie surtout des garnitures flottantes. L'anneau Ramsbottom paraît donner jusqu'ici les meilleurs résultats. Pourtant il est moins efficace dans les cylindres à basse qu'à haute pression. Il suffirait donc d'appliquer aux bagues de légers ressorts à boudin ne faisant que contrebalancer la rarefaction à l'intérieur des logements, qui tend à détacher les bagues du cylindre. Les tiroirs doivent être bien équilibrés; parmi les plus récents, le tiroir Church se recommande spécialement. Les distributeurs à soupapes ont l'avantage de supprimer les glaces dont le dressage exige des soins minutieux, ainsi que les plaques frottantes du tiroir. D'importants perfectionnements sont : l'emploi des graisseurs automatiques à réglage, et à débit visible; la substitution des huiles minérales qui n'attaquent pas le métal et ne donnent pas d'empatement, aux huiles végétales dont les nombreux inconvénients sont connus. — On a compris dans le montage de la ligne d'arbres tout l'intérêt d'un ajustage exact, et l'utilité des larges portées pour la diminution des frottements et grippements. Aussi le besoin d'arrosage se fait-il de moins en moins sentir, ce qui restreint les chances de rupture. Cependant les excentriques n'ont pas encore une surface de portage suffisante; aussi donnent-ils lieu à de fréquents échauffements et à une usure rapide, et ce sont les parties qu'on est le plus obligé d'arroser. Le meilleur moyen consiste à placer au dessous une cuvette remplie d'huile et d'eau douce mélangées, où l'excentrique plonge à chaque tour. On a également augmenté la surface des paliers de butée. La butée à anneaux indépendants semble donner les meilleurs résultats. Dans cette disposition, la poussée de chaque collet de l'arbre est reçue par une semelle spéciale, ou anneau en deux parties, ayant son serrage distinct. C'est supérieur au système en fer à cheval, où les demi-anneaux supérieurs existent seuls. Les collets de l'arbre ne sont alors soumis au frottement que dans leur demi-révolution supérieure; dans l'autre, ils plongent dans un bain d'huile. Chaque moitié d'anneau peut être réglée séparément au moyen d'érous, de manière à le faire porter exactement sur le collet correspondant. Mais il en résulte l'inconvénient que la poussée est supportée par ces

écrous de réglage. Pour le graissage de la butée, on dispose à l'avant et à l'arrière une cuvette demi-cylindrique. L'huile amenée vers l'avant par la rotation de l'arbre, retourne à l'arrière par un tuyau spécial. Les collets baignent ainsi dans l'huile dont la circulation régulière, est assurée. Un désavantage qu'offre ce palier, c'est que la base n'est pas accessible, et l'on est obligé de soulever l'arbre pour nettoyer les cannelures, les grattoir, et assurer un bon portage. L'auteur propose d'y remédier en faisant cette base en deux pièces longitudinales réunies dans l'axe. Les derniers progrès des chaudières sont dus aux soupapes de sûreté à ressort, telles que les soupapes Adams et Cockburn; aux robinets à garniture d'asbestos; aux évaporateurs et réchauffeurs d'alimentation, aux pompes alimentaires de Weir, dont l'emploi se généralise de plus en plus. M. Wilson conseille dans les grands navires à passagers l'emploi d'un condenseur supplémentaire avec pompe à air et pompe d'alimentation, desservant les guindeaux et les autres appareils à vapeur auxiliaires, si nombreux aujourd'hui à bord de ces bâtiments. L'eau de condensation retourne aux chaudières. Il recommande enfin l'usage de ringards mécaniques.

NORTH EAST COAST INSTITUTION OF ENGINEERS
AND SHIPBUILDERS
Session 1891

M. W. Hök : *Sur l'insubmersibilité des navires de commerce* (2^e mémoire)¹. — M. Hök rappelle que, dans un précédent mémoire, il a établi l'insuffisance de la subdivision actuellement pratiquée par les constructeurs, avec la sanction même du Lloyd. On n'a fait à son travail que des objections d'ordre économique. Cependant, ces objections mêmes sont fort exagérées, car la suppression des sinistres si nombreux aux abordages compenserait largement pour la prospérité générale l'augmentation de dépense résultant de la complication du chargement et de l'arrimage. L'objet du présent mémoire est d'indiquer les subdivisions nécessaires aux diverses catégories de navires. On verra d'ailleurs que ces subdivisions sont parfaitement pratiques. On peut cloisonner un navire dans le sens transversal, longitudinal ou horizontal. L'auteur s'occupe uniquement des cloisons étanches transversales, qui n'ont pas l'inconvénient, comme les longitudinales, de forcer le navire à prendre de la bande, ou comme les horizontales, d'être fatalement endommagées par la collision. En outre, les cloisons transversales sont moins coûteuses, et contribuent à la solidité. De même que dans son premier mémoire, M. Hök fait plusieurs hypothèses sur les conditions d'insubmersibilité qu'il entend assurer au navire. Puis il détermine pour chaque catégorie la distance maxima des cloisons étanches compatible avec ces conditions. Les résultats sont consignés dans une série de tableaux. Le premier indique pour chaque longueur et chaque type de navire le nombre des cloisons nécessaires en dehors des deux (voiliers) ou des quatre (vapeurs) cloisons fondamentales. Il donne lieu à des remarques intéressantes. Pour les spardecks, il suffit, dans tous les cas, d'établir une cloison à l'avant et une autre à l'arrière. Pour les awning-decks (navires à pont-abri), il faut, en certains cas, ajouter jusqu'à trois cloisons à l'arrière, deux à l'avant, et deux dans le compartiment des ma-

¹ Les deux Mémoires de M. Hök sur l'insuffisance du cloisonnement des navires et la nécessité d'y remédier empruntent un surcroît d'intérêt à ce fait qu'au moment où ils étaient lus à l'Institut de N. E. Coast, le Board of Trade était occupé à rédiger un règlement sur les cloisons étanches. Ce règlement vient de paraître et sera prochainement soumis au Parlement anglais, pour servir de base à des mesures législatives complétant le *Merchant Shipping Act*. Bien que plusieurs de ses dispositions soient discutables, on ne peut que rendre hommage à l'esprit qui l'a inspiré. L'œuvre du Board of Trade corrobore les conclusions de M. Hök, et leur donne la juste sanction que réclament les progrès de la science qui ont pour but la sauvegarde de la vie humaine.

chines et chaudières. Les voiliers peuvent se contenter de trois cloisons supplémentaires. D'après cela, on constate que sur les navires classés au Lloyd, $6\frac{1}{2}\%$ tout au plus, ayant six cloisons, peuvent être submersibles. Ce tableau montre encore qu'en élevant certaines cloisons plus haut qu'on ne le fait ordinairement, on pourrait restreindre leur nombre. Ainsi, dans les hurricane-decks, si toutes les cloisons montaient au pont supérieur, on n'aurait plus besoin d'ajouter que deux cloisons, une à l'avant, l'autre à l'arrière. On remarque que lorsqu'un nombre inégal de cloisons est exigé à l'avant et à l'arrière, c'est toujours à l'arrière qu'il en faut une de plus. Ceci est dû à la forme de la tonture qui s'y abaisse trop. Contrairement à la pratique, ce sont les plus petits navires que l'on devrait munir du plus grand nombre de cloisons, car le nombre dépend, non des dimensions absolues, mais du rapport du tirant d'eau au creux, rapport qui décroît quand la longueur augmente. L'application des règles découlant de ce tableau entraîne certaines difficultés; mais il est aisé de les surmonter. Ainsi l'établissement parfois exigé de deux cloisons dans l'espace des machines et chaudières serait absolument inadmissible. Mais les navires dont il s'agit sont soit de petits hurricane-decks, dans lesquels il suffirait de faire monter les cloisons jusqu'au pont supérieur pour se dispenser de toute cloison dans cet espace des machines; soit de petits vapeurs ayant des superstructures sur moins de 0,70 de leur longueur; et pour ce type, il suit de ce qui précède que leur tirant d'eau est trop fort, et qu'il y aurait lieu de reviser sur ce point les tables de franchissement du Board of Trade. Le coefficient de finesse, le rapport de la longueur au creux, la tonture ont pour influence de modifier la position des cloisons plutôt que leur nombre. Cependant le tableau montre encore qu'il est possible, par un choix judicieux de ces éléments dans un projet de navire, de réduire parfois de un ou deux le nombre des cloisons additionnelles. — Un second tableau donne les positions absolues des cloisons par leurs distances comptées à partir de la perpendiculaire arrière, ainsi que les écarts maxima que l'on peut faire subir à ces positions. — D'autres tableaux indiquent les variations de longueur dont est susceptible l'espace réservé aux machines et chaudières, ainsi que les variations possibles des écarts des cloisons en fonction de la longueur du navire. Ils permettent par suite de faire les interpolations pour les coefficients de finesse intermédiaires entre 0,70 et 0,79, pour les proportions comprises entre 12 et 15 et pour des valeurs de la tonture comprises entre une fois et une fois et demie la tonture normale. M. Høk tire de cette étude les conclusions suivantes : Il est possible et pratique d'établir dans tous les navires un nombre de cloisons étanches suffisant pour leur garantir une flottabilité convenable lorsque l'un quelconque de leurs compartiments est en libre communication avec la mer. Pour cela, le tirant d'eau ne doit en aucun cas dépasser 0,92 du creux. Il y a lieu d'augmenter la tonture habituelle, surtout à l'arrière. Les cloisons doivent s'élever le plus haut possible, jusqu'au pont supérieur dans les hurricane-decks et dans plusieurs autres types de navires. L'espace réservé aux machines et chaudières doit parfois être subdivisé; mais jamais plus d'une cloison n'est nécessaire. Tous les navires ont besoin d'au moins deux cloisons supplémentaires; les voiliers en demandent deux ou trois selon leur longueur. La cloison d'abordage pourrait avec avantage être reculée quand il n'y a pas de cargaison dans la cale avant. L'observation des règles précédentes réduirait dans de fortes proportions le nombre considérable de sinistres dus au défaut de cloisons étanches sans porter atteinte aux intérêts des armateurs. Ces prescriptions ne sont d'ailleurs qu'un minimum au point de vue de ce qui doit être fait pour

la sécurité de la vie humaine. M. Høk rend hommage en terminant aux efforts tentés dans ce sens par le Bureau Veritas, qui a créé dans son registre une marque spéciale pour les voiliers munis d'un certain nombre de cloisons additionnelles. L. VIVET.

ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

Séance du 1^{er} août 1891.

SCIENCES NATURELLES. — L'Académie a entendu dans cette séance l'une des communications les plus intéressantes qui lui aient été faites depuis longtemps, et que nous croyons devoir résumer d'une manière assez détaillée. M. L. Errera a fait un grand nombre d'expériences sur l'action physiologique à distance, découverte par Elfving, de certains agents sur les plantes. Il a opéré sur le *Phycomyces nitens* et dans des conditions très variées. Les résultats qu'il a obtenus sont très nettement représentés sur des photographies qu'il fait circuler parmi ses confrères, et dont la plupart seront annexées à son travail. La conclusion remarquable de celui-ci est que tous les phénomènes observés sont simplement hygroscopiques et n'appellent nullement l'intervention d'autres forces plus ou moins obscures, comme certains botanistes l'avaient cru nécessaire. La plupart des organes végétaux en état de croissance sont sensibles à l'excitation de certains agents extérieurs et y répondent par des courbures. On connaît, à cet égard, les phénomènes de géotropisme, d'héliotropisme, d'hydrotropisme, d'haptotropisme, etc. Mais des faits très curieux, décrits récemment par le botaniste finlandais Elfving, semblaient ne rentrer dans aucune des catégories connues et l'ont conduit à supposer l'existence d'une force spéciale qui se manifeste par son action physiologique à distance. Il a vu que le fer et, à un moindre degré, le zinc et l'aluminium, ainsi que diverses matières organiques, telles que la cire à cacheter, la colophane, les racines vivantes, exercent une attraction sur les filaments en voie de croissance d'un petit champignon, le *Phycomyces nitens*. Tous les autres métaux essayés sont restés inactifs, tandis que les cultures de *Phycomyces* manifestent, au contraire, les unes sur les autres, une action répulsive. Après avoir donné un aperçu des phénomènes d'hygroscopie et en avoir proposé une classification rationnelle, M. Errera montre qu'ils permettent de ramener à de l'hygroscopie la prétendue action physiologique à distance. L'agent inconnu qui occasionne la répulsion du *Phycomyces* sur lui-même, aussi bien que l'attraction du fer ou de la cire à cacheter, n'est autre, en effet, que la vapeur d'eau : le *Phycomyces* se courbe vers les corps qui attirent l'humidité et s'écarte de ceux qui en émettent. M. Errera explique comment il se fait que ces expériences, dues à des différences d'humidité, réussissent même dans une atmosphère saturée, et il confirme ses conclusions par des expériences de contrôle sur les racines. Sans entrer dans les détails, on peut ajouter que la sensibilité hydrotropique du *Phycomyces* est si grande qu'elle a permis de prédire l'existence d'hygroscopie chez un corps, tel que le camphre, où elle n'avait pas encore été constatée. Enfin, l'ensemble de ses observations a amené l'auteur à une façon quelque peu nouvelle d'envisager la sensibilité des organismes vis-à-vis de l'humidité ambiante. — M. Mourlon fait une communication sur la prédominance des dépôts de l'éocène supérieur asschien dans la région comprise entre la Senne et la Dyle. Le savant géologue a elucidé, dans ses levés, plusieurs points restés douteux, même depuis la publication de la carte et des notes de Dumont, et au sujet desquels l'Académie avait en vain mis une question au concours pour 1890.

F. F.

Membre de l'Académie.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LES IDÉES NOUVELLES SUR L'ORIGINE ET LA FORMATION DES SPERMATOZOÏDES

APERÇU DE LA QUESTION

Étudier la spermatogénèse, c'est avant tout rechercher comment dans le testicule d'un animal adulte se forment les spermatozoïdes, et comment la formation spermatogénique peut pour un temps plus ou moins long se faire d'une façon continue, ou bien recommencer après avoir momentanément cessé. Enfermée dans ces limites étroites, la question de la spermatogénèse nous apparaît comparable à celle du mécanisme de la sécrétion dans une glande quelconque : il s'agit de savoir comment les cellules sécrètent, et comment ensuite, épuisées par la sécrétion, elles se régénèrent, ou, devenues produit de sécrétion elles-mêmes, elles sont remplacées. Ici seulement le produit de l'activité glandulaire, le spermatozoïde, au lieu d'être une particule de la cellule détachée du reste, est une cellule tout entière qui est excrétée en totalité et doit être en totalité remplacée : exemple unique, croyons-nous, de ce que les physiologistes nomment sécrétion morphologique. Ce spermatozoïde est une cellule, mais une cellule profondément modifiée, à tel point qu'en le voyant on peut au premier abord se demander si c'est bien une cellule que l'on a sous les yeux.

L'ensemble des transformations profondes qui ont conduit une cellule testiculaire, la cellule spermatique ou *spermatide*, à la forme de spermatozoïde, peut porter le nom d'*ontogénèse* du spermatozoïde. L'étude de ces transformations est inté-

ressante à un double point de vue : tout d'abord, au point de vue spécial du mode de formation de l'élément reproducteur mâle ; ensuite, au point de vue général de la biologie cellulaire et de la connaissance de la constitution de la cellule. Sous ce dernier rapport, il est évident, en effet, que l'étude de la structure intime de la cellule doit être faite non seulement pour l'état statique, indifférent, de cette cellule, mais encore pour son état dynamique, différencié. Il y a intérêt à connaître non seulement la manière d'être d'une cellule, mais encore ce que cette cellule peut devenir, et comment elle peut le devenir ; il faut être renseigné sur les potentialités diverses des cellules, sur leurs différenciations possibles, comme on dit en histologie. Bien plus, il faut savoir non seulement ce que devient la cellule considérée dans son ensemble, mais encore quels sont les changements subis dans cette évolution de la cellule par les différentes parties dont cette cellule se compose à l'état indifférent. A cet égard l'étude de l'ontogénèse du spermatozoïde, ou, ce qui revient au même, celle de la différenciation de la cellule spermatique, est des plus instructives.

Mais la cellule spermatique, des métamorphoses de laquelle résulte le spermatozoïde, a elle-même une origine, et nous rechercherons quels sont les générateurs de cette cellule à son tour ; nous ferons l'étude de la descendance du spermatozoïde. Il va

de soi que, dans la recherche de cette descendance, on peut remonter plus ou moins haut. On peut se borner au testicule adulte, ou bien remonter au testicule jeune, non encore mûr, ou bien même à l'ébauche de la glande chez l'embryon. Il arrive alors que l'histoire des origines du spermatozoïde coïncide à peu près avec celle du développement du testicule même.

Enfin, l'équivalence des éléments sexuels, du spermatozoïde et de l'œuf, nous invite à rechercher si le processus de la spermatogénèse et celui de l'ovogénèse, qui donnent naissance à des produits de même valeur, sont semblables ou tout au moins comparables, et comment, dans ce cas, la comparaison peut être faite.

Nous examinerons successivement les diverses questions suivantes :

1^o Descendance du spermatozoïde ou histogénèse du testicule ;

2^o Transformation de la cellule spermatique en spermatozoïde ou ontogénèse du spermatozoïde ;

3^o Parallèle de la spermatogénèse et de l'ovogénèse, où comparaison morphologique du spermatozoïde et de l'œuf.

I. — DESCENDANCE DU SPERMATOZOÏDE OU HISTOGÉNÈSE DU TESTICULE

Nous examinerons deux processus typiques d'histogénèse différents. L'un est simple, l'autre complexe. L'un se déroule tout entier chez l'adulte, l'autre s'étend depuis la vie embryonnaire jusqu'à l'époque de la maturité sexuelle de l'animal. Le premier nous sera présenté par l'*Ascaride* du Cheval, le deuxième par les Mammifères.

A. *Le testicule de l'Ascaride du Cheval.* — La glande génitale mâle des *Ascarides* est un long tube dans lequel se succèdent, depuis l'extrémité borgne du tube jusqu'à sa terminaison, les différentes générations de cellules séminales desquelles descendent les spermatozoïdes. Avec E. van Beneden et Julin et avec O. Hertwig, on peut distinguer dans le tube testiculaire plusieurs régions ou zones successives, dans chacune desquelles les éléments séminaux se trouvent en un état déterminé de développement. La première région, ou « zone germinative », est constituée par de petites cellules qui se multiplient activement par division, et que l'on peut appeler cellules séminales primordiales ou *spermatogonies* ; les cellules-filles des *spermatogonies* sont appelées *spermatocytes*. Dans la deuxième région ou « zone d'accroissement » les *spermatocytes* précédemment formés ne se multiplient pas, mais s'accroissent beaucoup. La troisième région peut porter le nom de « zone de division ou de maturation ». Les *spermatocytes* s'y divisent deux fois de suite, sans se reposer, phéno-

mène remarquable qui ne se retrouve que dans l'ovogénèse et sur lequel nous reviendrons plus tard. Les produits de cette bipartition deux fois répétée sont des cellules spermatiques ou des *spermatides*, qui ne se divisent plus, mais qui, dans la partie plus inférieure du testicule, se transformeront directement en *spermatozoïdes*, au cours de modifications qui feront l'objet du paragraphe suivant. Chaque *spermatocyte* a ainsi donné naissance à deux *spermatocytes-filles*, dont chacun, se divisant à son tour, produira deux cellules séminales-filles ou *spermatides* ; de chaque *spermatocyte* sont donc issues quatre *spermatides* qui se transformeront en autant de spermatozoïdes.

B. *Le tube séminifère des Mammifères et son développement.* — Chez nombre d'*Invertébrés*, chez les *Vertébrés* et en particulier chez les Mammifères pris comme type, les dispositions sont plus compliquées que celles que nous venons d'examiner. Chez les Mammifères, en outre, on ne serait plus suffisamment renseigné sur la généalogie du spermatozoïde, si l'on étudiait seulement le testicule de l'animal adulte, et il faut remonter aux phases jeune et embryonnaire de l'organe pour trouver les ancêtres cellulaires des spermatozoïdes. C'est là une nécessité qui ressortira de l'exposé que nous allons faire de la constitution du tube séminifère adulte des Mammifères.

La coupe transversale du tube séminifère d'un Mammifère (*fig. 1*) peut être décomposée en rayons et interrays. Les rayons (R) sont occupés par une file d'éléments qui, si on les considère de la périphérie au centre du tube, dérivent successivement les uns des autres. Les éléments les plus internes sont les spermatozoïdes sp^3 ; ils dérivent directement d'éléments plus extérieurs, qui sont les cellules spermatiques ou *spermatides* sp^2 ; celles-ci, à leur tour, sont les cellules-filles de cellules situées plus en dehors, les *spermatocytes* sp^1 ; les *spermatocytes* enfin sont issus de la division de cellules plus extérieures encore, les *spermatogonies* (sp).

Nous retrouvons ici, échelonnés de la périphérie au centre dans une coupe de tube séminifère, les trois types successifs d'ancêtres cellulaires du spermatozoïde, que nous avons trouvés dans les différentes régions du tube testiculaire de l'*Ascaride*. Les spermatozoïdes et les éléments dont ils dérivent forment ensemble une lignée cellulaire parfaitement continue.

Que sont maintenant les cellules (f) qui occupent les interrays (ir) ? Ces éléments, dont il n'existe qu'un seul dans chaque interrays, avaient été d'abord considérés comme des « *spermatoblastes* », c'est-à-dire des producteurs de spermatozoïdes, parce qu'on avait cru voir dans l'extré-

mité centrale de leur corps cellulaire se former les spermatozoïdes : opinion qu'a abandonnée l'auteur même (v. Ebner) qui l'avait avancée autrefois. On en a fait ensuite des « cellules fixes » (Sertoli), afin d'exprimer par cette appellation l'opposition que

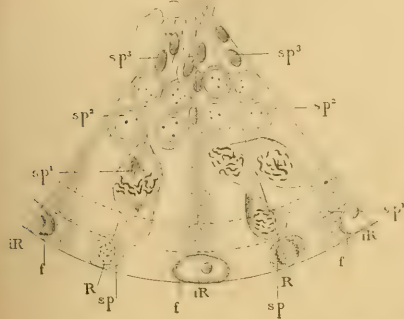


Fig. 1. — Portion d'une coupe du tube séminifère d'un Mammifère représentée demi-schématiquement. — R, rayons. — iR, interrayons figurés par des traits radiaux. Le tube est décomposé par des lignes courbes pointillées en zones concentriques qui correspondent de dehors en dedans aux régions dont se compose le testicule de l'Ascaride de son extrémité borgne jusqu'à sa terminaison. — Dans les inter-rayons, f, la cellule fixe. — Dans les rayons, la lignée séminale représentée de dehors en dedans par les spermatogonies sp, les spermatocytes sp¹, les spermatides sp² et les spermatozoïdes sp³. La spermatogonie sp (rayon gauche) est devenue en augmentant de volume le spermatocyte sp¹ (rayon droit); celui-ci, devenu plus considérable (rayon gauche), est en voie de division sp¹; ses deux cellules-filles sp¹ (rayon droit) se préparent à une nouvelle division de laquelle résulteront les quatre spermatides sp², dont chacune deviendra un spermatozoïde sp³.

l'on peut établir entre ces éléments toujours identiques à eux-mêmes et les cellules séminales, soumises à une incessante évolution, qui remplissent les rayons du tube séminifère. On les a regardés ensuite comme des « cellules de soutien », parce qu'on admettait que de leur extrémité centrale partent des prolongements qui s'unissent entre eux de manière à former des niches destinées à loger les cellules séminales et à les protéger dans le cours de leur évolution (Merkel, Renson, Benda, etc.). Enfin on les a fait servir à la nutrition des éléments séminaux et en particulier des spermatozoïdes (Benda, v. Ebner dans un deuxième travail), et on les a opposés sous le nom de « cellules végétatives » aux éléments séminaux ou « cellules germinatives » (Benda). Il est possible que les éléments cellulaires, dont la signification nous occupe, remplissent l'une ou l'autre des diverses fonctions que les auteurs leur ont attribuées. Il est certain toutefois qu'ils ne sont pas générateurs de spermatozoïdes, et ne méritent pas la dénomination de spermatoblastes que v. Ebner leur avait donnée; il est presque aussi sûr qu'ils ne forment pas pour les cellules séminales

un système de soutien tel que celui que Merkel avait décrit. Qu'ils jouent dans la spermatogénèse un rôle protecteur et nutritif à l'égard des éléments séminaux (rôle dont, il faut bien l'avouer, nous ne connaissons pas complètement les conditions), c'est une hypothèse que l'on peut accepter, mais qui ne saurait nous donner la véritable raison d'être de ces éléments et par suite leur réelle signification. La dénomination de cellules fixes que Sertoli leur avait imposée fait ressortir à la fois leur caractère le plus saillant et le mieux établi, c'est-à-dire leur immutabilité et leur quiescence au milieu des transformations, des multiplications des cellules séminales; leur noyau, en effet, comme Sertoli l'a fait observer nettement le premier, est toujours identique à lui-même avec son nucléole caractéristique, et sans présenter jamais les figures qui distinguent la division : il demeure indéfiniment au repos.

Si donc nous ne voyons pas les cellules fixes se transformer directement en quelqu'une des cellules séminales, non plus que se diviser pour produire des cellules-filles qui pourraient devenir cellules séminales, les liens de parenté nous paraissent nuls entre les cellules fixes et les générations séminales successives. Et quand nous nous posons la question que plusieurs auteurs et nous-même avons soulevée : font-elles partie de la lignée séminale ou en sont-elles indépendantes ? y a-t-il, en d'autres termes, dans le tube séminifère adulte des Mammifères deux sortes de cellules absolument étrangères l'une à l'autre, des cellules séminales et des cellules fixes, ou bien n'y existe-t-il qu'une seule famille avec deux formes cellulaires ? — la première réponse seule paraît acceptable. Mais si, ne nous limitant plus à l'étude du tube séminifère sexuellement développé, nous examinons son développement, il devient évident que la seconde solution seule est autorisée par les faits. Ce sont ces faits qu'il nous faut apprendre à connaître à présent.

Faisons une coupe transversale du corps d'un embryon de Poulet au 4^e jour de l'incubation, ou d'un embryon de Lapin du 13^e jour. Nous trouvons (fig. 2, 1) l'ébauche de la glande génitale représentée par un épaississement localisé de la bordure cellulaire ou épithélium de la future cavité péritonéale (e); cet épaississement porte le nom d'*épithélium germinatif* (eg); il est constitué par de petites cellules épithéliales ordinaires très serrées. Déjà, à l'époque que nous considérons, ont paru, au milieu de ces petites cellules, d'autres éléments qui se distinguent par leur taille considérable et auxquels leur ressemblance avec des œufs a mérité le nom d'*œufs primordiaux* (o). Les œufs primordiaux ne peuvent provenir que des cellules épithéliales ordi-

naires dont ils sont une forme différenciée. A ce stade donc nous n'avons qu'une seule sorte d'éléments cellulaires, puisque les uns et les autres ont la même origine; mais ces éléments se présentent sous deux formes bien tranchées.

Au-dessous de l'épithélium germinatif on ne



Fig. 2. — Coupe transversale de la région génitale d'un embryon de Poulet en deux stades successifs (demi-schématique). — I, stade le plus jeune. — e, épithélium péritonéal; eg, épithélium germinatif correspondant à la glande génitale; o, ovuf primordial parmi les cellules ordinaires de cet épithélium germinatif; st, stroma de la glande génitale, formé de cellules connectives embryonnaires; v, vaisseaux sanguins; W, région du rein primitif ou corps de Wolff. II, Stade plus avancé. — cs, cordons sexuels.

trouve que des cellules lâchement unies entre elles (st), formant un « tissu connectif embryonnaire », un « mésenchyme ». D'après les idées qui sont actuellement en faveur, on peut admettre, bien que la preuve directe du fait n'ait pas été fournie, que les cellules connectives embryonnaires sous-jacentes à l'épithélium germinatif ont été produites par celui-ci à une époque très précoce du développement. C'est aux dépens de ces cellules, qui vont éprouver maintenant des modifications importantes, que se constituera le stroma c'est-à-dire le corps même de la glande génitale.

On voit, en effet, bientôt (fig. 2, II) les cellules du mésenchyme situé au-dessous de l'épithélium germinatif se serrer çà et là, de manière à former des cordons cellulaires denses, épithélioïdes sinon épithéliaux, dont l'aspect est comparable à celui de l'épithélium germinatif; ce sont les *cordons sexuels* (cs). Tout comme les cellules de l'épithélium germinatif, celles des cordons sexuels se distin-

guent en cellules épithéliales ordinaires et en grandes cellules ou ovufs primordiaux; mais si leur forme est différente, il n'en est pas de même de leur véritable nature, puisque les unes et les autres dérivent en commun de cellules connectives embryonnaires, qui procèdent toutes à leur tour des cellules de l'épithélium germinatif.

Jusqu'alors il n'y a dans la glande génitale aucun caractère qui permette de reconnaître le sexe auquel elle appartiendra; la glande est dite *indifférente*. Mais à présent elle se différencie en testicule. A cet effet, les cordons sexuels jusqu'alors pleins se creusent d'une lumière et deviennent ainsi des tubes, les *tubes séminifères* embryonnaires. Comme les cordons sexuels dont ils dérivent, les tubes séminifères renferment les deux formes cellulaires que nous connaissons, affectant des rapports tels que leur ensemble rappelle les follicules de Graaf de l'ovaire, c'est-à-dire que l'ovuf primordial est entouré par une rangée de cellules épithéliales, de même que dans l'ovaire l'ovuf est revêtu de cellules folliculeuses (fig. 3, A).

Quand, à partir du moment où les tubes séminifères ont la constitution que nous venons de leur trouver, on suit leur évolution pendant toute la vie embryonnaire et durant les premiers temps qui suivent la naissance, il arrive un moment où le tube ne se montre plus constitué que par une seule forme d'éléments cellulaires: fait que Balbiani a indiqué le premier et que nous avons confirmé ainsi que Benda. Ce sont pour Balbiani et pour nous-même les cellules épithéliales qui persistent et qui représentent cette forme cellulaire unique. Les ovufs primordiaux, après avoir proliféré pendant tout le cours de la vie embryonnaire, mais d'autant moins activement que l'embryon avançait en âge, ont fini par dégénérer et par disparaître. Quoi qu'il en soit, le fait essentiel, c'est que les deux formes cellulaires que présente le testicule adulte devront se différencier plus tard aux dépens de cette forme unique, que nous observons actuellement, ce qui démontre incontestablement l'origine commune et par suite l'unité de ces deux sortes de formes de cellules.

Plus tard, en effet, et avant même que la fonction sexuelle se soit établie, nous voyons, dans le testicule d'animaux non encore sexuellement mûrs, se reconstituer les deux formes cellulaires que nous avons trouvées jusqu'à présent. Les cellules épithéliales produisent en effet: d'une part des cellules à grand noyau clair remarquablement nucléolé, (fig. 3, B, f) qui seront les cellules fixes de l'âge adulte et dans lesquelles nous n'avons pas de peine à reconnaître les ovufs primordiaux des périodes précédentes; d'autre part une série d'éléments séminaux. Ces derniers apparaissent succes-

sivement les uns après les autres, les spermatogonies d'abord (B, *sp*), puis les spermatocytes (B, *sp*¹), enfin les spermatides (C, *sp*²). Dans une

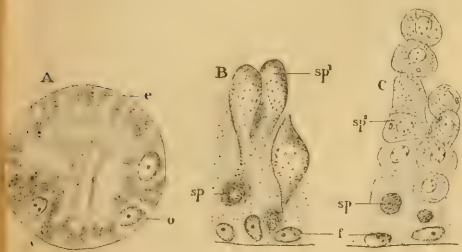


Fig. 3. — Coupes ou portions de coupes du tube séminifère d'un Mammifère à différentes périodes de son développement. — A. Cobaye de 15 jours; cellules épithéliales *e*, et œufs primordiaux *o*. — B. Jeune Rat; à la périphérie, cellules fixes *f*; *sp*, spermatogonies; *sp*¹, spermatocytes. — C. Jeune Rat; *f*, cellules fixes; colonnes cellulaires formées à leur base de spermatogonies *sp* et à leur sommet de spermatides *sp*², dont quelques-unes sont en voie de dégénérescence.

série de tentatives de spermatogénèse de plus en plus complètes à mesure qu'elles se répètent, le canal séminifère gagne chaque fois un type cellulaire de plus. Toutefois, ces phénomènes que nous avons fait le premier connaître et que F. Hermann a retrouvés depuis, ne sont pas effectivement préparatoires de la période spermatogénique. Cette « préspermatogénèse » n'est, en effet, qu'un essai infructueux de spermatogénèse; car tous les éléments séminaux formés successivement sont frappés de dégénérescence, et, tant que l'animal n'est pas arrivé à l'époque de sa maturité sexuelle, le terme ultime de la série séminale, le spermatozoïde, ne saurait être atteint. L'œuf primordial, devenu cellule fixe, demeure étranger à toutes ces manifestations de l'activité séminipare.

La spermatogénèse ne se distingue pas autrement de la préspermatogénèse qu'en ce que la lignée séminale se complète par le dernier terme, qui est aussi le terme essentiel, le spermatozoïde.

Si plus tard, pour une raison quelconque (vieillesse, jeûne expérimental, maladie), la spermatogénèse s'arrête, on voit que les cellules fixes (œufs primordiaux) seules persistent. Ce sont alors ces

éléments qui, par division, devront présider à la régénération des éléments du testicule (Sanfelice et à peu près aussi Grandis).

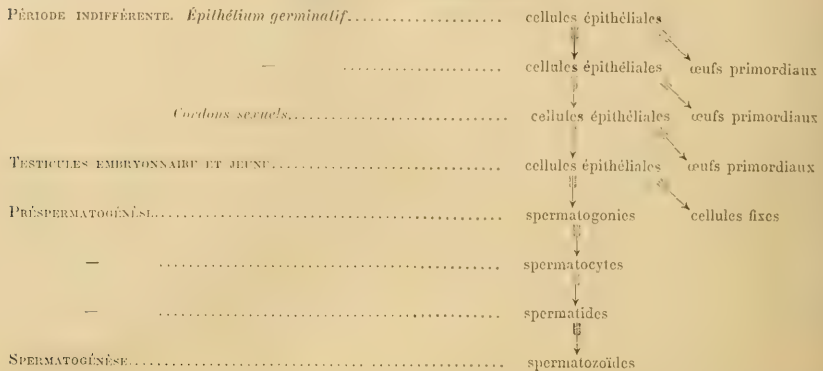
En somme, nous voyons se reproduire, à toutes les périodes du développement de la glande génitale mâle, un élément de même forme, toujours caractéristique, l'œuf primordial des périodes embryonnaire et jeune, la cellule fixe de l'état adulte. Il est le résultat de la différenciation sans cesse recommencée, que subit un autre élément, de forme banale, la cellule épithéliale des stades embryonnaire et jeune. Aux approches de la maturité, les œufs primordiaux une dernière fois produits persistent indéfiniment pour constituer les cellules fixes du testicule adulte, tandis que, d'autre part, les cellules épithéliales, donnent naissance à toute une série d'éléments à qui leurs caractères mâles nettement accusés méritent dès lors l'épithète de séminaux. Quant à l'œuf primordial ou cellule fixe, quelle est cette forme énigmatique, maintes fois reproduite et toujours sous le même aspect, dont l'activité prolifératrice sans cesse décroissante s'éteint avec l'apparition de la fonction sexuelle? L'étude du développement du testicule nous a révélé ses principaux caractères, mais ne nous a pas appris sa véritable nature, et sur ce point nous sommes aussi peu avancés qu'à la suite de l'examen de la constitution du tube séminifère adulte. Le parallèle de l'ovogénèse et de la spermatogénèse nous permettra au contraire de proposer deux interprétations de cette remarquable forme cellulaire, entre lesquelles nous choisirons.

En somme, et pour revenir à notre point de départ, malgré la complication que présente le canal séminipare des Mammifères, malgré l'apparence de deux catégories de cellules entrant dans sa constitution, l'étude du développement du testicule nous permet de considérer l'une de ces catégories cellulaires comme un rameau divergent, issu de la différenciation de l'autre, de façon que le schéma de la descendance du spermatozoïde de l'*Ascaride* se retrouve sans altération dans celui des Mammifères. C'est ce que fera comprendre le tableau suivant, en même temps qu'il résumera les données que nous avons acquises :

TUBE TESTICULAIRE DE L'ASCARIDE

Zone germinative.....	spermatogonies
—	spermatocytes
Zone d'accroissement.....	spermatocytes
• Zone de division ou de maturation.....	spermatocytes
—	spermatides
Canal déférent.....	spermatozoïdes

TESTICULE DES MAMMIFÈRES



II. — TRANSFORMATION DE LA CELLULE SPERMATIQUE EN SPERMATOZOÏDE OU ONTOGÈNÈSE DU SPERMATOZOÏDE.

Il est à peu près généralement admis aujourd'hui que le spermatozoïde résulte de la transformation totale d'une spermatide, et que toute cette spermatide, par son noyau aussi bien que par son protoplasma, s'emploie à former un spermatozoïde. Mais quant aux détails de l'emploi des diverses parties constitutives de la cellule, quant à la façon dont elles se retrouvent transformées dans le spermatozoïde, quant au mode de formation, en d'autres termes, des différentes parties constitutives du spermatozoïde, les opinions divergent de toutes parts, et l'on ne s'accorde que sur les points tout à fait essentiels. Pour essayer de fixer les idées dans une étude où les faits observés sont presque aussi nombreux que les objets étudiés, nous procéderons de la façon suivante. Nous mettrons en regard d'une part une cellule, la spermatide en particulier avec ses éléments composants, et d'autre part un spermatozoïde avec la plus grande complexité de structure que nous lui connaissions, et nous verrons ensuite comment l'une devient l'autre.

A. — Au repos toute cellule différenciée (fig. 4, A) se compose d'un noyau et d'un corps protoplasmique ou protoplasma bien distincts. Le noyau qu'entoure une « membrane nucléaire » (*m*) renferme deux substances différentes : l'une est « chromatique », c'est-à-dire se teint vivement par certains agents colorants ; l'autre est « achromatique », c'est-à-dire ne prend dans les mêmes conditions aucune coloration. La première substance ou « chromatine » imprègne une partie achromatique condensée sous forme de charpente réticulée ou sous la forme de boyau pelotonné : les deux ensemble constituent le « réseau ou le boyau chromatique » du noyau (*r*) ; le reste de la substance achromatique constitue une sorte de « suc nucléaire » qui baigne les

mailles du réseau chromatique. Le corps protoplasmique présente, lui aussi, une structure réticulée ; les mailles de son réseau, lequel n'est pas chroma-

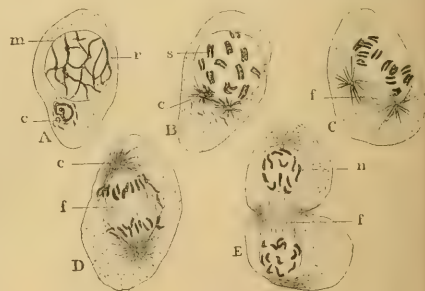


Fig. 4. — Division cellulaire (figures demi-schématiques). — A, cellule au repos ; *m*, membrane du noyau ; *r*, réticulum chromatique du noyau ; *c*, corps accessoire. — B, début de la division ; *c*, l'un des deux corps accessoires ; *s*, segments chromatiques jumeaux résultant de la segmentation transversale suivie de la fissuration longitudinale du réticulum chromatique. — C, *f*, début du fuseau. — D, *f*, fuseau définitivement constitué ; *c*, l'un des corps accessoires devenu corpuscule polaire. Cheminement des segments jumeaux vers les pôles du fuseau ; à droite du fuseau, l'un des segments ne s'est pas encore écarté de son jumeau. — E, fin de la division ; *n*, noyau-fille ; *f*, restes du fuseau. La division du protoplasma en deux moitiés est en train de s'opérer.

tique, sont occupées par une substance molle. Dans le protoplasma est logé un corps de figure très particulière, le « corps ou noyau accessoire » (*c*), qui paraît formé lui-même par un corpuscule et par un filament.

Les phénomènes de la division d'une cellule ainsi constituée sont connus, grâce aux recherches de Flemming, E. van Beneden, Guignard, C. Rabl, Boveri, et de tant d'autres, parmi lesquels il convient de citer Platner, qui a fait connaître récemment une série de faits intéressants, que nous reproduirons.

La division de la cellule est annoncée (B) par celle du corpuscule du noyau accessoire, dont l'étude est de date toute récente. Le corpuscule se partage en deux (E. van Beneden, Boveri, Platner), en même temps que le filament du noyau accessoire se segmente en un certain nombre de bâtonnets (Platner). Les bâtonnets se disposent en deux groupes, et chacun d'eux subit une fissuration longitudinale qui le partage en deux éléments parallèles; puis les deux groupes formés de demi-bâtonnets s'éloignent l'un de l'autre, accompagnés par les corpuscules (B, c, et C, f), en glissant à la surface du noyau sur laquelle ils laissent une trainée de substance plus colorée (Platner)¹. Alors paraît dans l'intérieur du noyau une figure en forme de fuseau, le « fuseau achromatique » (C, f), vraisemblablement formé aux dépens de la trainée dont il vient d'être question (Platner). Le fuseau constitué (D, f), montre à chacun de ses pôles un centre plus clair, le « corpuscule polaire », dans lequel nous reconnaissons l'un des deux corpuscules précités, autour duquel irradie l'un des groupes de bâtonnets issus du noyau accessoire (D, c). Il en résulte à chaque pôle du fuseau la présence, signalée dès longtemps, d'une sorte d'étoile ou d'aster sur laquelle les recherches de E. van Beneden, Boveri, Vajdovsky, Kölliker, Vialleton, Garnault, Flemming, Guignard, Henneguy, etc., ont attiré l'attention, en faisant connaître son mode de formation. Pendant ce temps le réseau ou boyau chromatique du noyau subissait une série de transformations connues depuis longtemps et rassemblées sous le nom de « caryokinèse » (mouvements dont le noyau en division est le siège). Il se partage transversalement en un certain nombre de segments chromatiques, dont chacun ensuite se fissure longitudinalement en deux demi-segments jumeaux parallèles (B, s). Chaque demi-segment s'éloigne de son jumeau en glissant le long des filaments du fuseau, et forme avec ses congénères un groupe chromatique qui se dirige vers le pôle du fuseau (D), pour y devenir le début de l'un des deux noyaux-filles (E, n). Dès lors la division de la cellule n'a plus qu'à se compléter par l'étranglement du corps protoplasmique, qui vient attribuer à chaque noyau fille la moitié du protoplasma de la cellule-mère (E). Ajoutons que la portion équatoriale du fuseau achromatique (E, f) se conserve temporairement dans la cellule-fille, et que, suivant Platner, elle forme, après remaniements, le noyau accessoire de celle-ci.

¹ Ces phénomènes de division du corps accessoire n'ont pas été reconnus par certains auteurs. Guignard, F. Hermann ont toujours trouvé dans une cellule au repos deux corps accessoires à côté du noyau, et ne les ont jamais vus provenir de la division d'un corps unique.

Munis de ces données sur la division cellulaire, nous pouvons établir le bilan de la cellule-fille du spermatocyte, de la spermatide. Cette cellule, qui ne doit plus se diviser, mais qui se transformera directement en spermatozoïde, doit nécessairement contenir les parties suivantes, qui lui ont été acquises lors de la dernière division du spermatocyte dont elle est issue : le noyau, le protoplasma, la partie équatoriale du fuseau achromatique transformée en noyau accessoire, le corpuscule polaire, avec les bâtonnets qui irradient autour de lui. Nous verrons comment Platner veut retrouver ces différentes formations dans le spermatozoïde.

B. — Le spermatozoïde est le plus communément un élément filiforme, auquel on distingue une partie antérieure renflée en *tête*, la portion postérieure étant effilée en une *queue*.

La tête, de forme très variable, tantôt arrondie ou plus souvent allongée, rectiligne ou spiroïde, offre des particularités de structure qui sont les suivantes. La partie antérieure de la tête peut être étirée en une « pointe céphalique » qui diffère du reste de la tête par ses réactions vis-à-vis des agents colorants. Ou bien l'extrémité antérieure de la tête présente un « bouton céphalique » sous la forme d'un petit nodule clair et brillant. On peut encore trouver la tête recouverte à sa partie antérieure d'une « coiffe céphalique ». Dans certains cas on peut déceler autour de la tête du spermatozoïde l'existence d'une enveloppe¹.

La queue du spermatozoïde, dont les recherches de plusieurs auteurs et celles en particulier de Ballowitz nous ont révélé la constitution, est essentiellement formée d'un « filament axile » entouré d'une « enveloppe » ou bordé par une longue « membrane ondulatoire ». Le filament axile possède une structure fibrillaire à laquelle il doit la contractilité.

L'enveloppe forme autour du filament axile une gaine lisse et continue, ou bien est représentée par un filament enroulé autour de lui en une spirale très surbaissée. On peut distinguer dans la queue plusieurs régions : celle qui est voisine de la tête à laquelle elle s'attache est la « pièce d'union » ou « pièce intermédiaire », souvent très courte; elle est suivie par la « pièce principale » de la queue; celle-ci se termine à son tour par une « pièce terminale » dans laquelle, l'enveloppe ayant cessé d'exister à ce niveau, le filament axile est à nu. Le filament axile de la queue s'insère sur l'extrémité postérieure de la tête par un « bouton caudal », de structure parfois très compliquée; à

¹ Tous ces détails de structure ne se présentent pas à la fois sur un même spermatozoïde. D'autre part ils n'existent que sur le spermatozoïde incomplètement achevé, et disparaissent plus tard.

l'union de la pièce intermédiaire et de la pièce principale de la queue s'observe un autre nodule qu'on peut appeler « bouton intercaudal » ou « intermédiaire », situé qu'il est entre deux régions de la queue.

Rien n'est plus variable d'ailleurs, malgré une structure fondamentale identique, que la forme des spermatozoïdes, et ne pouvant songer ici à suivre cette forme dans ses innombrables variations, nous devons nous en tenir à la description qui précède, plus particulière aux Vertébrés.

C. — Il nous reste à retrouver dans les différentes parties constitutives du spermatozoïde les divers éléments dont se composait la spermatide.

Il y a dans l'histoire de l'ontogénèse du spermatozoïde des faits bien établis et d'autres qui sont encore l'objet de nombreuses controverses. Il est à peu près établi que la tête et la queue du spermatozoïde dérivent respectivement du noyau et du protoplasma de la spermatide. On a soutenu cependant (Kölliker, Fürst, Niessing) que le spermatozoïde tout entier est de provenance nucléaire. Ou bien au contraire on a fait intervenir dans sa formation le protoplasma exclusivement : opinion qui est moins acceptable encore que la première. « On ne peut admettre qu'avec peine, dit Waldeyer dans un excellent résumé de la structure et du développement des spermatozoïdes ¹, que de telles différences, des différences d'une importance fondamentale, puissent exister en fait dans le développement d'une formation aussi univoque dans le monde animal entier et en partie aussi dans le monde végétal, que le sont les spermatozoïdes. Mais nous sommes provisoirement hors d'état de dissiper ces contradictions. »

Le phénomène le plus important et aussi le premier en date dans la transformation de la spermatide, c'est l'allongement de celle-ci (fig. 5). Le noyau s'étire et prend, si la tête du spermatozoïde mûr a la forme filamenteuse, une figure ellipsoïdale, puis cylindrique, en même temps qu'il diminue de volume. Cette diminution de volume se fait au prix d'une condensation de toutes les parties du noyau, qui en même temps se fusionnent en une masse homogène, et elle s'accompagne d'une modification chimique que traduisent des changements de coloration. Voilà ce que l'on peut dire de plus général de la destinée du noyau. Quant au protoplasma, il se réduit lui aussi de plus en plus en subissant des transformations profondes, et forme, dit-on communément, la queue tout entière et peut-être aussi une enveloppe de la tête du spermatozoïde. Ce qui demeure incé-

pendant, c'est la question de savoir si dans la queue le filament axile et la gaine de ce filament sont tous deux d'origine protoplasmique, ou si la gaine seule reconnaît une telle origine. Cette seconde manière de voir a été soutenue en effet, et l'on a regardé le filament axile comme produit par l'issue de la substance chromatique hors des limites du noyau de la spermatide. Ce qui est bien certain en tout cas, c'est que le protoplasma de la spermatide est utilisé pour la formation de la gaine du filament axile.

Quelle est maintenant l'origine des différentes formations accessoires de la tête et de la queue

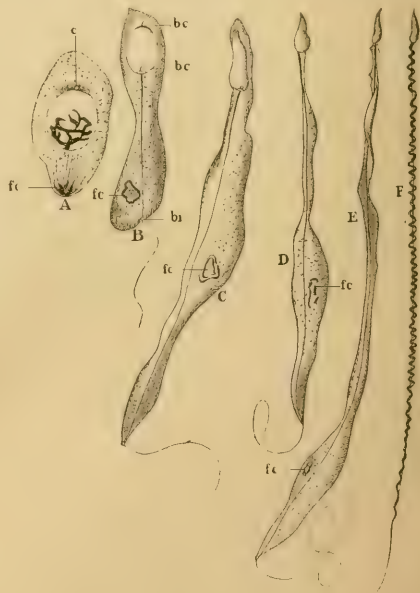


Fig. 5. — Ontogénèse du spermatozoïde ou transformations de la spermatide chez les Mollusques pulmonés. — A, la spermatide telle qu'elle se présente récemment formée par division; c, corpuscule polaire; bc, restes du fuseau en train de s'agencer en un corps accessoire — B, allongement et homogénéisation du noyau; bc, bouton céphalique résultant du corpuscule polaire du stade précédent; fc, corps accessoire de la spermatide. Début du filament axile de la queue. Bouton caudal bc par lequel le filament axile s'insère au pôle caudal de la tête. Bouton intercaudal bi à l'extrémité du filament axile. — C et D, le noyau prend la forme de la tête du futur spermatozoïde. Étiement du protoplasma. Désaggrégation du corps accessoire. Le filament axile est bien constitué. Il se continue au delà du bouton intercaudal en formant la pièce terminale de la queue. — E, la tête du spermatozoïde a pris sa forme définitive. Étiement très considérable, et enroulement du protoplasma autour du filament axile pour former l'enveloppe ou le filament spiral de la queue. L'extrémité du protoplasma loge le reste du corps accessoire désaggrégé et en voie de disparition. — F, spermatozoïde définitif. Filament spiral autour du filament axile.

du spermatozoïde, complètement ou à peu près complètement développé? C'est ici que surgissent

¹ WALDEYER, Bau und Entwicklung der Samenfäden. *Anatom. Anzeiger*, 1887, n° 12.

les contradictions. Du corps accessoire, par exemple, on fait dériver tour à tour la tête du spermatozoïde (Langerhans, Duval, Melschnikoff, Grobhen), le capuchon céphalique (Nussbaum), la pièce d'union (Bütschli, v. La Valette Saint-George), l'enveloppe du filament axile (Platner et nous), la pièce d'union et l'enveloppe du filament axile à la fois (F. Hermann).

Il semble aujourd'hui, qu'en posant la question autrement et aussi plus rigoureusement qu'on ne l'avait fait jusqu'alors, la solution définitive du problème ne puisse pas se faire attendre longtemps. C'est, à notre sens, le mérite de Platner d'avoir compris qu'il fallait non pas se demander d'où proviennent les différentes formations que présente la tête du spermatozoïde; mais, étant donnés certains corps contenus dans la spermatide, chercher ce qu'ils deviennent. En suivant cette voie, que nous croyons féconde, Platner a vu que, chez les Mollusques pulmonés, le corpuscule polaire devient le bouton céphalique du spermatozoïde et même la partie antérieure de la tête ou la pointe céphalique, que le corps accessoire contribue directement ou indirectement (indirectement avons-nous pensé pour notre part) à former l'enveloppe du filament axile. Chez les Papillons, les filaments du fuseau, aux dépens desquels se forme le noyau accessoire de la spermatide, constituent deux corps dont un se transformera pour donner l'enveloppe du filament axile, tandis que l'autre sera le bouton caudal par lequel ce filament s'insère sur la queue. En manière de conclusion générale à ses recherches, Platner fait observer que les différentes parties constitutives de la spermatide se retrouvent dans le spermatozoïde en la même situation qu'elles occupaient dans la spermatide (fig. 5).

III. — PARALLÈLE DE LA SPERMATOGÉNÈSE ET DE L'OVOGÉNÈSE, OU COMPARAISON MORPHOLOGIQUE DU SPERMATOZOÏDE ET DE L'ŒUF.

On a cherché de tout temps à comparer la spermatogénèse à l'ovogénèse, et le spermatozoïde à l'œuf.

On sait que l'œuf, avant d'être fécondé, subit une division deux fois répétée. Cet œuf O se divise en effet une première fois en deux cellules très inégales A et B. La cellule A, plus petite, est expulsée pour former le premier globule polaire, lequel ensuite peut encore se partager en deux globules polaires plus petits *a* et *a'*. La cellule B se divise elle à son tour en deux cellules inégales, dont l'une est expulsée et forme le deuxième globule polaire *b*, tandis que l'autre demeure et constitue l'œuf mûr *o*. Nous obtenons donc finalement quatre cellules-petites-filles de l'œuf O : ce sont les éléments

a, *a'*, *b* et *o*. Les cellules *a*, *a'* et *b* sont rejetées comme inutiles et représentent des œufs avortés; la cellule *o* seule est fertile, seule apte à être fécondée. Ce qui caractérise ces divisions éprouvées par l'œuf, c'est qu'elles se font d'une façon continue, sans interposition d'un stade de repos. Comme maintenant la partie essentielle de toute cellule, la chromatine du noyau, n'a pas le temps de se régénérer entre deux divisions, puisque celles-ci se font sans interruption, il s'en suit que les cellules-filles A et B, issues de la première division, ne renfermeront que la moitié de la chromatine contenue primitivement dans le noyau de la cellule O, et les cellules-petites-filles *a*, *a'*, *b*, *o*, produites par la seconde division, que chacune un quart de la masse chromatique primitive. Dans l'œuf définitif *o*, la chromatine de l'œuf primitif O se trouvera donc réduite au quart : fait sans exemple ailleurs que dans la formation des éléments sexuels, qui sans contredit a une portée physiologique considérable.

On a trouvé d'autre part que les deux dernières divisions éprouvées par les spermatocytes, à la suite desquelles se forment les spermatides et par conséquent les spermatozoïdes qui en dérivent, sont entièrement comparables à celles qui donnent naissance à l'œuf et aux globules polaires. Nous avons ici aussi un spermatocyte S de même valeur que l'œuf primitif O, qui se divise en deux spermatocytes A et B; chacun de ces derniers se partage à son tour en deux cellules *s* et *s'*, *s''* et *s'''*, qui sont les spermatides, toutes équivalentes et toutes capables de se différencier en un spermatozoïde fertile. Comme dans le cas de l'œuf et pour les mêmes raisons, chacune de ces spermatides et par suite chacun de ces spermatozoïdes ne renfermera que le quart de la chromatine contenue dans le spermatocyte-mère (Flemming, Platner, Carnoy, O. Hertwig).

Ainsi les phases dernières de la spermatogénèse et de l'ovogénèse concordent absolument. De la double division du spermatocyte tout comme de celle de l'œuf primitif résultent quatre cellules-petites-filles, les spermatides dans le cas mâle, les globules polaires et l'œuf mûr dans le cas femelle. Il n'y a que cette différence, que chez le mâle les quatre cellules sont fertiles, tandis que chez la femelle une seule est apte à la fécondation; différence qui reconnaît pour causes des nécessités physiologiques : « La dissemblance des cellules sexuelles, mâles et femelles, dit O. Hertwig, s'explique parce qu'il s'est fait entre les deux une division du travail, en rapport avec des rôles différents à remplir. La cellule femelle a pris pour fonction de pourvoir aux substances qui sont nécessaires pour la nutrition et l'accroissement du

protoplasma cellulaire dans la marche rapide des processus embryologiques. C'est pourquoi elle a emmagasiné dans l'ovaire du matériel vitellin, destiné à servir de réserve pour l'avenir, et elle est devenue conformément à cela grosse et immobile. Mais comme maintenant l'union avec une deuxième cellule appartenant à un autre individu est nécessaire pour donner lieu à un processus embryologique, et que des corps immobiles ne peuvent se réunir, l'élément mâle, pour s'acquitter de ce deuxième rôle, s'est modifié dans ce sens. Pour acquérir la mobilité lui permettant de s'unir avec la cellule ovulaire immobile, il s'est transformé en un filament contractile et s'est complètement libéré de toutes les substances qui, telles que le matériel vitellin par exemple, feraient obstacle à ce but essentiel. »

Ainsi la concordance, est absolue entre les phénomènes ultimes de la spermatogénèse et ceux de l'ovogénèse. Les produits sexuels, le spermatozoïde et l'œuf, sont équivalents, et les processus par lesquels ils se forment sont semblables. Équivalentes aussi seront donc les cellules-mères dont ils dérivent, le spermatocyte et l'œuf non mûr.

Mais cette équivalence, qui est toute physiologique, ne se double pas nécessairement d'une équivalence morphologique, d'une homologie. Il est possible que les cellules du testicule et de l'ovaire, qui donnent respectivement naissance au spermatocyte et à l'ovule définitif, soient très éloignées l'une de l'autre, mais que leurs produits se rapprochent jusqu'à se fusionner, en suivant à partir d'un certain moment de leur évolution le même chemin, le seul possible pour des raisons physiologiques : manière imagée de s'exprimer pour faire comprendre que les phénomènes *in extremis* de l'ovogénèse et de la spermatogénèse peuvent être les mêmes, sans que le reste du processus soit identique dans les deux cas.

Que trouvons-nous dans toute ovogénèse, ou du moins dans les cas les plus fréquents de l'ovogénèse ? Aux dépens de l'épithélium germinatif se constituent deux formes de cellules ; les unes, grandes et peu nombreuses, sont les cellules ovulaires, les œufs ; les autres, petites et plus nombreuses, sont les cellules folliculeuses, qui formeront plus tard une enveloppe autour de chaque œuf¹.

Dans la spermatogénèse, il y a habituellement aussi production de deux formes de cellules, chez les Mammifères par exemple : les unes, plus grandes et plus rares, sont les œufs primordiaux

de l'âge embryonnaire et du jeune âge, les cellules fixes de l'état adulte, nos éléments énigmatiques en somme ; les autres, plus petites et plus abondantes, sont les cellules épithéliales de l'embryon et de l'animal jeune, les cellules séminales de l'état adulte¹.

Comme maintenant nous avons le droit de faire une comparaison, bien plus de poser une équation entre le testicule et l'ovaire, puisqu'ils dérivent d'une même ébauche primitivement indifférente, il devient alors nécessaire que leurs éléments épithéliaux soient aussi équivalents, et nous pouvons écrire : cellules séminales et formes énigmatiques du testicule = ovules + cellules folliculeuses de l'ovaire.

Ainsi posé, le problème comporte deux solutions². Nous pouvons faire : cellules séminales = ovules, ou bien : cellules séminales = cellules folliculeuses ; les formes énigmatiques du testicule deviennent égales alors, dans le premier cas, aux cellules folliculeuses de l'ovaire, et, dans le second, aux ovules.

A. La première solution se présente tout naturellement, et de fait a été généralement adoptée. En effet, après ce que nous venons de voir des phénomènes ultimes de la spermatogénèse comparés à ceux de l'ovogénèse, et conformément à l'équivalence physiologique de chaque spermatozoïde et de l'œuf mûr, il paraît satisfaisant de penser qu'à un moment quelconque de l'évolution, les cellules séminales et les ovules se correspondent chez le mâle et chez la femelle et même s'équivalent. D'autre part notre cellule énigmatique, indirectement utile dans la spermatogénèse, soit comme élément protecteur, soit comme cellule nutritive, revêtue dans toute la série animale d'un caractère accessoire, paraît bien être le représentant de la cellule folliculeuse de l'œuf, qui, elle aussi, fonctionne comme cellule protectrice ou nourricière de l'œuf, et ne joue dans l'ovogénèse qu'un rôle secondaire. Aussi s'explique-t-on que l'on ait désigné sous le même terme de cellule folliculeuse la cellule accessoire de l'ovaire et celle du testicule. (v. La Valette Saint-George, Swaen et Masquelin, F. Hermann, etc.³).

¹ Nous avons décrit la spermatogénèse de l'Ascaride du Cheval pris pour type, comme se faisant avec le concours d'une seule forme d'éléments. Nous y reviendrons tout à l'heure.

² Cette équation à deux solutions n'est, bien entendu, qu'une image algébrique de la question, que nous avons schématisée mathématiquement pour la mieux poser.

³ La cellule folliculeuse du testicule a été retrouvée dans un grand nombre de groupes de la série animale ; chez tous les Vertébrés, chez les Arthropodes, les Mollusques Gastéropodes, les Spongiaires, et aussi chez les Annélides où cependant elle se présente avec des caractères très particuliers. Il est bien établi que les éléments, à qui l'on impose la signification de cellules folliculeuses, sont dans les divers groupes où on les rencontre une seule et même formation.

¹ Nous examinerons plus loin le cas où toutes les cellules de l'épithélium germinatif se transforment en œufs, où par conséquent il n'existe pas de cellules folliculeuses, où l'œuf est dépourvu de follicule.

B. Bien que la première solution ait pour elle toutes les apparences de l'exactitude, nous proposons cependant de la remplacer par la seconde, c'est-à-dire de considérer les formes énigmatiques du testicule comme représentant non plus les cellules folliculeuses de l'ovaire, mais les œufs mêmes.

Cette deuxième manière de voir n'a pas le mérite d'une entière nouveauté; elle a été formulée déjà. Mais, à cette époque, elle n'était appuyée que par des faits insuffisants ou même actuellement controuvés. Fondée sur de telles bases, elle ne pouvait revêtir qu'une forme incomplète ou même inexacte. Aujourd'hui que nous sommes en possession de données plus étendues, et que les données erronées ont été écartées, nous pouvons reprendre l'interprétation qu'on avait cru devoir abandonner, et chercher à l'appliquer aux faits dont nous disposons actuellement. S'adressant ainsi à des faits plus nombreux, elle n'en aura que plus de solidité, et d'autre part de la nouveauté des choses à expliquer tirera peut-être quelque originalité.

Sedgwick-Minot a pensé que chez les Insectes nos cellules énigmatiques du testicule étaient l'élément femelle de la cellule-mère testiculaire primordiale, les cellules séminales desquelles dérivent les spermatozoïdes représentant l'élément mâle. D'autre part les globules polaires sont l'élément mâle de l'œuf, et l'œuf mûr représente l'élément femelle. Mais si, dans la théorie de S. Minot, nous sommes disposé à admettre l'équivalence de la cellule énigmatique du testicule avec l'œuf¹, il nous faut rejeter celle des cellules séminales avec les globules polaires. Car, d'après ce que nous a appris la comparaison des derniers phénomènes de l'ovogénèse et de la spermatogénèse, les globules polaires représentent chez la femelle, non pas des cellules séminales, mais leurs produits terminaux, les spermatozoïdes.

E. van Beneden a émis une opinion analogue à celle de S. Minot, qui doit être écartée pour les mêmes raisons.

Sabatier a émis une théorie remarquable, dont voici les points essentiels. Dans le protoplasma d'une cellule-mère primordiale prennent naissance, dans le cas femelle, des cellules nucléées qui émigrent de cette cellule et forment les cellules folliculeuses de l'œuf, ce qui reste de la cellule-mère constituant l'œuf définitif. De même, dans le cas mâle, se forment à l'intérieur d'une cellule-mère primordiale des spermatozoïdes qui émigrent de la cellule tout comme les cellules folliculeuses; ce qui subsiste de la cellule-mère représente un élé-

ment comparable à l'œuf définitif de la femelle, et qui n'est autre que notre forme cellulaire énigmatique du testicule, prenant ainsi la signification d'élément testiculaire femelle.

Si nous acceptons cette spéculation dans ce qu'elle a d'exclusivement théorique, nous devons rejeter les faits sur lesquels elle s'appuie. Nous gardons en un mot le plan, et le réalisons avec d'autres matériaux.

Balbani a présenté à son tour des considérations théoriques qui méritent de prendre place à côté de celles qui précèdent. Pour lui aussi, il existe dans chaque glande génitale deux éléments, l'un mâle, l'autre femelle. Dans le cas du testicule, il y a un ovule, qui est l'élément femelle, et des cellules épithéliales ou séminales, qui sont la partie mâle. Dans le cas de l'ovaire, l'élément femelle, c'est l'œuf; quant à l'élément mâle, Balbani veut le trouver dans une formation (dans une vésicule qui porte son nom) logée au sein du protoplasma de l'œuf. Nos connaissances actuelles sur cette formation condamnent l'interprétation que Balbani a voulu en donner.

En somme, nous voyons que, parmi les théories exposées ci-dessus, une seule, celle de Sabatier, a la forme complète que doit prendre la deuxième solution de notre problème. Mais nous avons dit aussi que les faits qui forment les bases de cette théorie sont trop gravement compromis pour que nous ne cherchions pas à l'asseoir sur d'autres fondements.

Eprouvons la valeur de la théorie de Sabatier, qui est donc aussi celle que nous adoptons, en l'appliquant à l'un des exemples les mieux connus, celui de la spermatogénèse ou plus exactement de l'évolution du testicule des Mammifères, que nous avons appris à connaître déjà, du moins dans ses plus grandes lignes, et que nous résumerons ici à plus grands traits encore. Il y a d'abord, aux débuts de l'ébauche de la glande génitale, des cellules épithéliales morphologiquement indifférentes et réellement épithéliales, et qui demeureront telles jusqu'aux approches de la puberté. Par différenciation de certaines de ces cellules ou plutôt de quelques-unes de leurs cellules-filles se forment de grands éléments que l'on a nommés œufs primordiaux pour rappeler par là leur ressemblance avec des œufs. Ces éléments fonctionnent pendant quelque temps comme cellules reproductrices génitales, en produisant par leurs divisions des cellules semblables à elles-mêmes; par là elles justifient une fois de plus la dénomination qui leur a été donnée, car les œufs ne sont d'une façon générale que des formes cellulaires reproductrices. A mesure que l'embryon avance en âge, l'activité prolifératrice des œufs primordiaux diminue, et

¹ Non pas toutefois avec l'œuf mûr, mais avec l'œuf non encore mûri.

leur vitalité devient moindre, si bien qu'on les voit subir des phénomènes de dégénérescence et s'atrophier. En tout cas, il arrive un moment où il n'y a plus, dans le tube séminifère, que des cellules épithéliales. Celles-ci, en même temps qu'elles s'essayent à donner naissance à une lignée séminale, et qu'elles manifestent ainsi par leurs produits un état de différenciation sexuelle que l'on ne pouvait leur soupçonner jusqu'alors, forment d'autre part une dernière fois des œufs primordiaux qui persisteront jusqu'à la fin de la période spermatogénique, sans plus jamais se diviser, et constitueront les cellules fixes de l'état adulte.

Dans cette évolution, ce qui nous frappe surtout, c'est la reproduction à différentes reprises d'une forme cellulaire (œuf primordial) semblable à un œuf; c'est aussi l'affaiblissement progressif de la puissance reproductrice de cet élément, et la disparition brusque de cette puissance à l'époque de la puberté. C'est, d'autre part, pendant toute la période embryonnaire et jeune, la constitution indifférente de la plupart des éléments du testicule qui se conservent sous la forme de cellules épithéliales; et presque subitement dans une phase rapide de tentatives spermatogéniques, l'affirmation chez ces cellules d'un état de différenciation profonde, jusqu'alors fruste, mais se manifestant tout à coup par le caractère nettement séminal des éléments qu'elles viennent de produire. Il nous semblerait voir comme un antagonisme, ou tout au moins un balancement entre les œufs primordiaux et les cellules épithéliales ou séminales dans leur vitalité, leur différenciation, leur prolifération.

Comme maintenant nous voyons les cellules épithéliales produire, avant de disparaître du tube séminifère, des éléments séminaux, se transformer donc en éléments séminaux, nous leur reconnaissons un caractère sexuel mâle. Et nous donnons à l'autre élément, à l'œuf primordial du testicule impubère et à la cellule fixe du testicule mûr le caractère sexuel femelle. Nous en faisons l'élément femelle du testicule, dont l'élimination par voie de division cellulaire, la seule histologiquement possible (contrairement à Sabatier), permet aux autres éléments de la glande, aux cellules épithéliales, de se différencier sexuellement.

Il faut bien dire, d'ailleurs, que nous ne donnons à ce terme « femelle » qu'une valeur relative, et relative à l'élément mâle. L'élément femelle du testicule, en effet, n'est qu'une différence. Comme les cellules épithéliales sont devenues mâles en prenant le type séminal et que nous partons d'un stade indifférent, ce qui reste du complexe cellulaire de la glande génitale doit être forcément considéré comme femelle, encore que les caractères femelles de ce résidu sexuel n'arrivent jamais

à se manifester, encore que l'élément femelle ne donne jamais, si l'on peut dire, de preuves de son sexe.

Il résulte de là cette conséquence, que plus les éléments mâles seront mâles, moins ainsi l'élément femelle sera femelle. C'est là, non pas une simple déduction de l'esprit, mais un fait, car l'on peut montrer l'effacement progressif du féminisme de l'élément femelle. L'œuf, l'élément femelle par excellence, est en effet une forme cellulaire reproductrice. Or, l'élément femelle du testicule, l'œuf primordial, se reproduit d'autant moins activement que l'on s'adresse à un stade plus avancé, et il devient inactif quand les éléments mâles, lors de la spermatogénèse, manifestent leur activité.

Une autre conséquence est celle-ci : La sexualité mâle d'un individu ne peut lui être acquise tout à coup ni tout d'un coup; il ne devient pas subitement mâle, et il ne conquiert pas toute sa sexualité à la fois. Mais à mesure de l'élimination des œufs primordiaux ou éléments femelles, le caractère mâle des éléments épithéliaux demeurés en place se purifie; ce sont ces éléments qui réellement se différencieront sexuellement d'une façon durable, mais lente, tandis que la différenciation rapide des cellules femelles n'est qu'éphémère. Tel est, dans le cas mâle, le processus de maturation, c'est-à-dire de différenciation du produit sexuel; il n'y en a peut-être pas d'autre à chercher¹.

Et maintenant, l'hypothèse de l'existence de l'élément femelle du testicule exclut-elle l'idée de toute utilisation de cet élément comme cellule protectrice ou comme cellule nourricière? Nullement. Nous pensons même qu'un pareil rôle doit exister, puisque la cellule femelle du testicule, si elle était privée de toute fonction, aurait dû disparaître.

Ainsi, dans toute glande génitale indifférente, dans tout testicule ou ovaire jeune, dans tout testicule ou ovaire adulte, nous avons deux formes de cellules : des petites et des grandes, celles-là nombreuses, celles-ci plus rares. Dans la glande en activité ce seront tantôt les petites, tantôt les grandes qui seront l'élément essentiel, sexuellement nécessaire, tantôt les petites, tantôt les grandes qui seront sexuellement accessoires. Dans le testicule, les petites sont essentielles (cellules épithéliales du testicule embryonnaire et jeune, cellules séminales du testicule adulte); les grandes sont accessoires (œufs primordiaux du testicule

1. Nous avons déjà exprimé ailleurs cette idée que la maturation des spermatozoïdes s'acquiert peu à peu à travers les longues étapes de l'histogénèse du testicule (voir : *Éléments d'embryologie de l'homme et des Vertébrés*, Paris, Steinheil, 1891, pp. 11 et 12).

embryonnaire et jeune, cellules fixes du testicule adulte). Dans l'ovaire, les grandes sont essentielles (ovules de l'ovaire embryonnaire et jeune, œufs non mûrs de l'ovaire adulte); les petites sont accessoires (cellules folliculeuses). On pourra donner le nom générique de « cellule folliculeuse » ou de « cellule végétative » (Benda) à l'élément accessoire, celui de « cellule sexuelle » ou de « cellule germinative » (Benda) à l'élément essentiel. Il devient alors très remarquable que l'élément folliculeux et l'élément sexuel sont faits dans l'un et l'autre sexe avec des cellules différentes tant par leur forme que par leur nombre.

Il nous reste à examiner l'exception (exception fréquente) à la règle que nous venons d'établir, c'est-à-dire à considérer le cas où la glande génitale mâle ne renferme bien certainement que des éléments mâles et manque d'élément femelle. Ce cas, nous l'avons étudié chez l'*Ascaride* dans la partie descriptive de cet article, au paragraphe I. On peut penser, relativement à cette exception, que, comme le testicule et l'ovaire doivent chez un animal donné être constitués suivant le même plan, comme, en d'autres termes, le testicule et l'ovaire sont histologiquement et physiologiquement symétriques, si, chez l'*Ascaride*, la cellule femelle du testicule fait défaut, il ne doit pas y avoir dans l'ovaire de cellule mâle, c'est-à-dire que l'œuf ne doit pas être entouré de cellules folliculeuses. Nous serions ainsi en présence d'un cas d'ovogénèse et de spermatogénèse plus simple que ceux examinés plus haut. Cette disposition peut être d'ailleurs primitive et, en se compliquant, avoir conduit à celle que nous avons étudiée précédemment ou bien, elle peut être le résultat de la simplification de cette dernière.

Or pour l'*Ascaride* nos prévisions sont exactes : l'œuf n'est pas entouré de cellules folliculeuses chez cet animal. Bien plus, le fait paraît se confirmer, autant que nous le permet l'état de nos connaissances, pour d'autres types de la série animale, chez lesquels d'une part le testicule est privé d'élément accessoire femelle, d'autre part l'ovaire dépourvu d'élément accessoire mâle, l'un et l'autre étant réduits à l'élément essentiel.

Il nous faut maintenant examiner si l'hypothèse de l'élément femelle du testicule comparé à l'œuf de l'ovaire peut s'harmoniser avec les faits et les considérations théoriques que O. Hertwig vient de fournir dans un très remarquable travail sur la comparaison de la spermatogénèse et de l'ovogénèse chez l'*Ascaride* et sur l'essence des phénomènes de la maturation et de la fécondation de l'œuf¹. Il nous faut voir en outre si la même

hypothèse peut être conciliée avec l'existence des cas simples de constitution ovarique et testiculaire que nous venons de voir¹.

Dans la théorie de Hertwig, les globules polaires ne sont plus des parties mâles éliminées par l'œuf, destinées à être remplacées par les parties mâles apportées par le spermatozoïde dans l'acte de la fécondation, comme l'ont admis Balfour, S. Minot, E. van Beneden dans leurs théories du « remplacement ». Ce sont des œufs abortifs qui se forment par un dernier processus de division aux dépens de l'œuf primitif, de la même façon que les spermatozoïdes aux dépens du spermatocyte. Mais, tandis que dans ce dernier cas les produits de division sont tous employés comme spermatozoïdes fécondants, un seul des produits de division de l'œuf primitif devient l'œuf définitif, en s'enrichissant de toute la masse vitelline aux dépens des autres produits qui demeurent rudimentaires et sont les globules polaires. Chacun des produits ultimes de division, l'œuf définitif et chaque globule polaire d'une part, chaque spermatozoïde d'autre part, ne contient que le quart de la chromatine renfermée dans le noyau de la cellule-mère initiale.

Ce qui caractérise la fécondation, avant l'acte même de la conjugaison des noyaux des produits sexuels, ce sont les phénomènes singuliers de division qui préludent à cette conjugaison et la nécessitent pour ainsi dire.

En effet, quand une cellule quelconque se divise, elle lègue à chacune de ses deux cellules-filles la moitié de la substance chromatique contenue dans son noyau; chaque cellule-fille doit ensuite compléter jusqu'à l'unité sa teneur en substance chromatique.

Ici au contraire une cellule se divise deux fois de suite, et chacune des quatre cellules-petites-filles formées n'hérite que du quart de la chromatine, et par conséquent sera à sa naissance deux fois moins riche en chromatine que ne l'est une cellule-fille. Cette cellule-petite-fille ne pourra évaluer en richesse chromatique une cellule-fille qu'à la condition de s'unir avec une autre cellule-petite-fille. Cette union est réalisée dans le phénomène de la fécondation.

Si maintenant les deux cellules-petites-filles unies dans l'acte de la fécondation, le spermatozoïde et l'œuf définitif, renferment chacune un quart, leurs cellules-mères contiendront chacune une moitié et seront complémentaires l'une de l'autre, et leurs cellules-aïeules possédant cha-

¹ O. Hertwig. Vergleich der Ei- und Samenbildung bei Nematoden. *Arch. für. mikr. Anat.*, Bd. XXXVI, 1890.

¹ L'examen de cette hypothèse ne pourra être ici que superficiel. Aussi prions-nous le lecteur qui serait curieux d'un exposé plus approfondi de la question de vouloir bien se reporter au travail que nous lui consacrons in *Journal de l'Anatomie*.

cune unité seront supplémentaires. Cet état supplémentaire des cellules-aënales, du spermatocyte et de l'œuf primitif, est la conséquence nécessaire de tout ce qui précède. En remontant dans le développement, il devra se maintenir dans les cellules-mères du spermatocyte et de l'œuf définitif jusqu'à la première cellule testiculaire et jusqu'à la première cellule ovarienne. Nous aurons alors : dans le testicule un élément unique, qui contiendra en puissance tous les éléments séminaux à venir, et que nous pourrions appeler $4m$; dans l'ovaire un élément unique F qui renfermera tous les œufs futurs; ces éléments seront supplémentaires l'un de l'autre et leur somme $4m + F = 2$.

Ce cas est réalisé dans les dispositions histologiquement simples des glandes génitales de l'Ascaride. D'emblée la première cellule de l'ovaire et la première cellule du testicule sont ici des éléments supplémentaires, capables de donner naissance à des produits complémentaires l'un de l'autre, et par conséquent d'emblée elles seront sexuées. Dès l'origine aussi le testicule et l'ovaire seront des glandes sexuellement différenciées, ou plutôt il n'y aura pas de différenciation sexuelle. Si nous avons à faire à un hermaphrodite, la distinction des sexes ne sera pas poussée plus loin; mais dans le cas de répartition des sexes sur deux individus différents, dans le cas de diécie en un mot, chez l'Ascaride par exemple, les deux individus seront dès le début supplémentaires l'un de l'autre et sexués.

Mais supposons que nous mettions en présence deux individus dérivant chacun d'un hermaphrodite à formule génitale simple $4m + F$, et ayant conservé chacun les deux éléments de cette formule. Nous aurons alors d'un côté $4m + F$, et de l'autre $4m + F$ également; les éléments de cette formule seraient supplémentaires deux à deux et formeraient ainsi deux points de départ aboutissant chacun à deux éléments complémentaires et par suite à deux individualités nouvelles. Mais si nous supposons que, dans le premier membre de cette

formule, $4m$ ne fonctionne pas, et que dans le second ce soit F , que maintenant nous désignons par le signe ' les éléments qui sont perdus fonctionnellement pour la glande, notre formule devient ($4m' + F + 4m + F'$), ou, ce qui nous ramène au cas précédent $F + 4m$. Dans le cas de diécie, nous aurons : F pour la femelle, $4m$ pour le mâle. La formule histologique complexe de la glande génitale, qui est celle des Mammifères par exemple, s'est ainsi simplifiée, grâce à ce que l'élément F' du testicule et l'élément $4m'$ de l'ovaire ont été éliminés de ce testicule et de cet ovaire ou tout au moins privés de fertilité et adaptés à toute autre fonction que la fonction reproductrice. A ce prix a pu se faire la réalisation d'un testicule et d'un ovaire dans une glande hermaphrodite, ou la séparation des sexes sur deux individus différents. L'élimination de l'élément femelle du testicule, de l'élément mâle de l'ovaire constitue la différenciation sexuelle, qui ne laisse dans ce testicule, dans cet ovaire, que des éléments supplémentaires, aptes à donner des produits complémentaires féconds. Avant toute élimination, il existe donc une période indifférente des cellules de la glande génitale, de cette glande génitale elle-même, des individus à leur tour, qui ne deviennent sexués que secondairement, au lieu qu'ils l'étaient primitivement chez l'Ascaride.

En terminant, il nous a paru que l'hypothèse que nous venons de présenter pouvait être émise ou plutôt renouvelée, en même temps que développée, en présence des faits dont nous disposons aujourd'hui sur l'ovogénèse et la spermatogénèse. Nous ne nous flatons nullement cependant de l'espérer qu'elle ait une existence durable et ne la regrettons pas si elle tombe sous les coups de nouveaux faits. Il nous suffit qu'en l'état présent de la science, l'hypothèse de l'élément femelle du testicule paraisse en harmonie avec les données actuelles.

D^r A. Prenant,

Chef des travaux d'Histologie
à la Faculté de Médecine de Nancy.

L'ÉDUCATION TECHNIQUE DES INGÉNIEURS AUX ÉTATS-UNIS

La question des laboratoires de mécanique est aujourd'hui à l'ordre du jour. Elle a été, à deux reprises, traitée avec autorité dans cette *Revue*¹. Je n'ai donc pas la prétention de la traiter à mon tour. Mais ayant eu l'occasion de visiter, dans un

récent voyage aux États-Unis, plusieurs des principales écoles de ce pays, j'ai pensé qu'il pourrait être intéressant de présenter aux lecteurs de la *Revue* quelques détails sur les laboratoires et collèges dont ils ont entendu parler. Je me bornerai donc à une simple description, me proposant seulement de dire quelques mots des deux établissements des États-Unis les plus importants au point de vue de la mécanique appliquée : *Sibley College*, à Ithaca, et le *Massachusetts Institut of Technology*, à Boston.

¹ Voyez : DWELSHAUVERS-DERY : Les laboratoires de mécanique, dans la *Revue* du 15 juin 1891, t. II, p. 353, et un MÉCANICIEN, le Laboratoire de Mécanique du Conservatoire des Arts et Métiers dans la *Revue* du 30 juillet 1891, t. II, p. 463.

I

Sibley College fait partie d'une Université célèbre, *Cornell University*, située à Ithaca, auprès du lac Cayuga, dans l'État de New-York. Une loi du Congrès du 2 juillet 1862 avait distribué des terres fédérales aux divers États de l'Union, à charge pour ceux-ci de créer des collèges spécialement destinés à l'enseignement de l'agriculture et des arts mécaniques. L'État de New-York reçut pour sa part 990.000 acres¹ (396.000 hectares). L'Université d'Ithaca fut fondée pour répondre à la volonté du Congrès.

C'est un établissement libre, comme la plupart des universités américaines. Elle a été constituée personne civile par son acte d'incorporation, qui correspond à notre déclaration d'utilité publique, avec cette différence que l'acte d'incorporation est toujours une loi d'État, et que la législature peut organiser chaque établissement sous le régime qui lui convient le mieux. L'acte constitutif de l'Université correspondait aux conditions de la loi de 1862. En conséquence, M. Ezra Cornell fut autorisé, en 1866, à acheter à l'État 270 acres de terres fédérales (108 hectares) au prix de 30 cents (1 fr. 50) l'acre, et à en faire don à l'Université. Il y ajouta un don en espèces de 500.000 dollars (deux millions et demi). Ainsi dotée, l'Université acheva rapidement de s'organiser. Les hauts fonctionnaires de l'État de New-York font de droit partie de son Conseil d'administration.

Les Américains sont jaloux de leurs établissements d'instruction. Ils tiennent à honneur de les doter royalement. C'est par la munificence privée que l'Université d'Ithaca fut pourvue de bibliothèque, de collections, et de capitaux. Elle a donné aux divers collèges qui la composent les noms de ses bienfaiteurs, dont les largesses se sont comptées par centaines de milliers de dollars, et même, pour l'un d'eux, par un million de dollars : aujourd'hui l'Université possède un revenu annuel de deux millions de francs.

Sur les 270 acres qui lui ont été concédés, 200 acres environ sont occupés par la ferme-école et par l'école d'horticulture. Le reste est consacré aux collèges, aux habitations des professeurs, et aux *grounds* réservés aux jeux athlétiques. Les collèges sont exclusivement occupés par les salles de cours et de conférences, les collections, les laboratoires, les bibliothèques. Les élèves logent dans des bâtiments spéciaux, appelés *dormitories*. Les jeunes filles, admises à suivre tous les cours de l'Université, habitent un bâtiment spécial, *Stage College*. Le régime de l'internat français est inconnu : chaque élève a sa chambre, parfois deux.

L'instruction comprend toutes les branches de l'enseignement, littéraire et scientifique : l'université délivre des diplômes de baccalauréat ès arts, ès lettres, ès sciences et en philosophie, des diplômes d'agriculture, d'architecture, de chimiste, d'ingénieur civil, d'ingénieur mécanicien et d'ingénieur électricien. Elle comprend aussi des écoles qui délivrent, non des diplômes, mais de simples certificats : une école d'art industriel, et une école préparatoire de médecine. Elle comprend enfin une école de droit.

Les programmes comportent quatre années d'études. Après avoir obtenu leur diplôme, les élèves peuvent encore passer une année à l'Université, pour suivre des cours supplémentaires, et travailler au laboratoire. Le nombre des élèves est actuellement de 1.330, dont 500 boursiers, désignés par l'État de New-York. Ces bourses ne portent que sur les frais d'instruction, qui s'élèvent à 125 dollars par an (725 fr.). Les autres frais restent à la charge des élèves : il faut compter 1.000 à 1.500 fr. par an pour la nourriture, le logement, le chauffage, l'éclairage et le blanchissage, et 200 à 400 fr. pour frais de livres. Les anciens élèves ont fondé une quarantaine de bourses de 1.000 fr.

L'éducation des ingénieurs mécaniciens et électriciens se fait à *Sibley College*. Le fondateur de ce collège, M. Hiram Sibley, n'a pas donné à l'Université moins de 200.000 dollars (un million de francs). Les salles de cours et de dessin, la bibliothèque et la salle de lecture, sont renfermées dans un bâtiment à trois étages, qui forme l'un des côtés d'un rectangle, dont les trois autres côtés sont formés par les ateliers. Un premier bâtiment, de 50 mètres de longueur sur 13 mètres de largeur, contient les ateliers d'ajustage et de menuiserie. Dans un second bâtiment de mêmes dimensions sont la forge et la fonderie. Un troisième contient : au rez-de-chaussée, un laboratoire où sont diverses machines à essayer les métaux, des appareils à essayer les lubrifiants, et divers appareils hydrauliques ; au second étage, des salles de dessin de machines. En dehors de ce groupe de bâtiments sont une batterie de chaudières et une halle de machines, qui contient sept machines à vapeur de divers types, d'une puissance totale de 600 chevaux, des machines à gaz, à air chaud, à pétrole, divers types de dynamos. Cette année le Conseil d'administration avait affecté au budget du laboratoire de mécanique la somme de 100.000 fr. On en a profité pour commander à l'une des meilleures maisons de construction des États-Unis une machine à triple expansion de la force de 200 chevaux.

Toutes ces machines servent à l'enseignement et aux recherches des professeurs. C'est là en

¹ L'acre a une superficie de 40 ares et demi.

grande partie que M. Thurston, l'éminent directeur de ce collège, a fait ses récentes expériences sur le frottement. C'est également là que tous les jours, par groupes de deux ou trois, les élèves viennent s'exercer à faire marcher les machines, à les démonter, à les régler, à les essayer au frein, à prendre des diagrammes, et à faire des mesures de rendement : la méthode de Hirn pour l'étude expérimentale des machines à vapeur y est journellement appliquée par les élèves.

Lorsque les élèves sortent du collège, ils ont passé 300 heures à l'atelier de menuiserie, 200 heures à la forge, 200 heures à la fonderie, 400 à 500 heures aux machines-outils. Mais je ne veux pas décrire ici la méthode d'enseignement : c'est un sujet qui a été traité avec autorité, tout récemment, dans la *Revue* et dans le *Génie Civil*, par M. Dwelshauvers-Bery : je voulais seulement donner ici une idée des installations de ce collège, de l'extension que les Américains donnent à l'enseignement pratique, à côté d'un enseignement théorique sérieux. On peut discuter les avantages qu'ont, dans une école d'ingénieurs, les ateliers de machines-outils. Je les ai entendus notamment critiquer, même aux États-Unis, par un des plus célèbres mécaniciens de ce pays, M. Richards, actuellement professeur à l'Université de Yale. Les élèves n'ont guère le temps, au collège, de devenir des artisans habiles; et, s'ils se font l'illusion d'avoir, au sortir de l'école, la pratique des machines-outils, on peut craindre qu'ils ne soient exposés à commettre des erreurs dans la conduite d'un atelier. Mais faire suivre l'enseignement oral de l'enseignement individuel et vivant, par l'étude des machines et de leurs organes, et par la pratique des méthodes d'essai, c'est le complément nécessaire pour que les leçons se gravent fortement dans l'esprit; c'est ajouter à l'intérêt du cours l'attrait de l'observation personnelle.

II

L'Institut de technologie de Boston est, comme l'Université d'Ithaca, un établissement privé, doté par la générosité de l'État et des particuliers, administré par un Conseil dont font partie le Gouverneur et les hauts fonctionnaires de l'État de Massachusetts. C'est le premier établissement de ce genre qui ait été fondé aux États-Unis; il a célébré en 1890 son 25^e anniversaire. Avant la fondation de cet établissement l'instruction des ingénieurs aux États-Unis était purement pratique, — comme elle l'est encore aujourd'hui partiellement en Angleterre. C'est l'Institut de technologie de Boston qui a inauguré dans ce pays l'ère de l'enseignement technique; et son exemple a été largement suivi dans ces dernières années : les Américains se sont engagés dans cette voie avec l'ardeur

qu'ils mettent à toutes les entreprises nouvelles. Aujourd'hui l'Institut de technologie compte 900 élèves. Il a à sa tête un homme du plus grand mérite, bien connu en France par ses travaux d'économie politique et de statistique : le général Francis A. Walker.

Comme à *Sibley College*, le programme comporte quatre années d'études, avec une cinquième année facultative pour les élèves diplômés (*graduate students*). C'est essentiellement un établissement d'instruction technique. Les diplômés correspondent à des études de construction (*civil engineering*), d'architecture, de mécanique appliquée, d'électricité, d'exploitation des mines et de métallurgie, de chimie industrielle et de biologie.

Les laboratoires de chimie, de physique, de métallurgie, de biologie, les ateliers de machines-outils, de menuiserie, de forge et de fonderie, sont admirables. Le laboratoire de métallurgie est doté de la plupart des appareils de préparation et de traitement des métaux; les élèves passent chaque année plusieurs journées à les faire marcher. Il n'est pas une expérience de chimie ou de physique, faite au cours, qui ne soit répétée par les élèves au laboratoire, sous diverses formes. Les séances de manipulation durent trois heures; les élèves s'y rendent, par groupes de deux ou trois; et ils trouvent à leur place, avec des instructions sur ce qu'ils ont à faire, les appareils dont ils auront besoin. Et là, sous la surveillance du professeur, ils exécutent le programme qui leur a été préparé. On se rendra compte du nombre d'appareils nécessaire, et de la richesse des collections, quand on saura que le laboratoire de physique, à lui seul, reçoit 150 élèves. Au laboratoire de mécanique se trouvent : une machine à triple expansion de 150 chevaux, une machine Harriss-Corliss de 16 chevaux, et une machine à tiroir de 8 chevaux; deux machines pour les épreuves de traction des métaux, de la capacité de 25 tonnes, etc. Cette énumération suffit à donner une idée de ce laboratoire, un des plus complets qu'on puisse imaginer, qui renferme les modèles des mécanismes les plus divers, et tous les appareils destinés aux épreuves et aux essais des matériaux.

Je n'ai parlé que des écoles supérieures, de celles où l'on entre vers 17 ans, pour en sortir, après 4 années d'études, avec un diplôme d'ingénieur. Les écoles d'arts-et-métiers, qui reçoivent les élèves à partir de 14 ou 15 ans, et qui forment soit des ouvriers d'élite destinés à devenir rapidement contremaîtres, soit de futurs élèves des écoles d'ingénieurs, ne sont pas moins remarquables. L'une des mieux organisées est celle de Chicago : *Chicago manual training school*, fondée en 1883 par le *Commercial Club* de Chicago, et dont le diplôme dispense

de l'examen d'entrée à *Sibley College*, et à nombre d'établissements d'instruction technique.

Ces diverses écoles sont montées avec un grand luxe. Tout en admirant la générosité intelligente des Américains, qui consacrent des millions à développer l'instruction dans leur pays, il est permis, je crois, de faire quelques réserves. Peut-être y a-t-il dans tout ce luxe un peu de superflu; il n'y aurait sans doute pas besoin de tant de dollars pour créer en France des laboratoires de mécanique très suffisants.

Je terminerai par une dernière remarque sur un point qui me paraît caractéristique de l'enseignement technique aux États-Unis. En France, dans nos écoles d'ingénieurs, les élèves voient peu leurs professeurs, en dehors des cours. Le professeur est souvent une partie d'un service administratif très chargé. Quand les professeurs ne sont pas fonctionnaires, ils ont en dehors de leurs cours des occupations qui absorbent une grande partie de leur temps: il ne saurait en être autrement, car les émoluments de professeur ne sont qu'un complément de traitement. En Amérique le temps du professeur est entièrement consacré à ses élèves ou à des travaux personnels relatifs au cours qu'il professe. Après le cours, il se rend au laboratoire; et là, avec l'aide de ses « *assistants* », il surveille les manipulations des élèves, guide leurs travaux; et, par des entretiens fréquents, fait pénétrer dans leur esprit les idées qu'il a développées au cours. Le laboratoire tient, en Amérique, dans l'enseignement des diverses branches de la mécanique et des sciences appliquées, la place qu'il tient, dans nos Facultés des sciences et nos Écoles de médecine, pour l'enseignement des sciences physiques et naturelles.

E. de Billy,

Ingénieur au corps des Mines.

A l'occasion de l'article de M. E. de Billy, il nous paraît intéressant de publier le passage suivant d'une lettre récemment adressée par l'illustre ingénieur *Thurston*, directeur du *Sibley-College*, à notre éminent collaborateur, M. le Professeur V. Ducloux-Dery. On y verra combien sont fondées les assertions de nos divers collaborateurs qui ont décrit ici, comme des modèles à imiter, les laboratoires de mécanique des États-Unis, et fait campagne pour obtenir des pouvoirs publics l'institution d'établissements analogues. Il y a là une question d'intérêt vital pour notre pays, dont la grande industrie gagnerait à être plus souvent guidée par la science. L'émotion soulevée en France et à l'Étranger par les articles que nous avons publiés à ce sujet¹ nous fait bien

espérer de la décision de nos gouvernants. En réalité ce que nous leur demandons est peu de chose en comparaison des installations grandioses que possèdent les Américains et dont ils sont, comme le remarque le Professeur *Thurston*, justement fiers.

Lettre de M. R.-H. Thurston

« Mon cher ami,

« ... L'année scolaire est à sa fin; je n'en suis pas moins fort occupé aux préparatifs nécessaires pour

— toutes bienveillantes — auxquelles elles ont donné lieu dans les revues techniques et les grands journaux de Paris, une centaine de feuilles de province en ont reproduit les principaux passages, réclamant, chacune dans l'intérêt de l'industrie, la création d'un laboratoire où la résistance des matériaux et les qualités des machines fussent déterminées par l'expérience et suivant des méthodes uniformes.

En s'associant, comme il veut bien le dire, « à la campagne entreprise par la *Revue générale des Sciences pures et appliquées*, pour arriver à fonder en France un laboratoire de mécanique expérimentale », M. A. Roche écrit dans le *Mémorial de la Loire et de la Haute-Loire* en date du 10 août 1891 :

« La question me paraît être d'une importance considérable non seulement pour la science, mais aussi pour le progrès, actuellement très enrayé, de notre grande industrie. Il faut avoir le courage de le dire, en matière de mécanique appliquée, notre pays s'est laissé distancer. Depuis plusieurs années les autres nations, en particulier l'Angleterre et les États-Unis, ont compris que le perfectionnement des machines employées dans l'industrie exige autre chose que l'application de considérations théoriques. On ne connaît point l'importance du calcul : sans mathématiques, il n'y a pas de mécanique; mais les mathématiques ne suffisent pas; on ne saurait y recourir pour établir les conditions physiques auxquelles les matériaux et les mécanismes eux-mêmes doivent satisfaire sous peine de fonctionner mal ou même de devenir dangereux. L'intervention de l'expérience est nécessaire. Sans elle l'ingénieur ne pourrait résoudre aucun des grands problèmes de la mécanique industrielle : il lui serait impossible de déterminer la résistance à la rupture, le coefficient d'élasticité des pièces métalliques, la composition qu'il convient de leur attribuer suivant la nature du travail qu'on leur demande, le meilleur mode d'emploi du combustible, les avantages que présentent, aux points de vue de la déperdition de chaleur et du rendement, les divers types de moteurs à gaz ou à vapeur. Toutes ces questions et bien d'autres, qui se rattachent au fonctionnement des machines, exigent, pour être résolues, des expériences, lesquelles ne peuvent être faites que dans des laboratoires spécialement outillés en vue de cette étude. »

A l'appui de ces idées M. A. Roche décrit dans le *Mémorial de la Loire et de la Haute-Loire* les principaux progrès que la mécanique industrielle doit à l'expérience; puis il expose, d'après la *Revue*, les circonstances qui ont amené la ruine du laboratoire fondé par Morin et Tresca au Conservatoire des Arts et Métiers.

« En signalant ce triste état de choses, j'espère, dit-il, susciter l'indignation des lecteurs. Ce n'est pas seulement le monde des mécaniciens et des ingénieurs qui doit protester contre un tel abandon, et demander le relèvement du laboratoire; ce sont aussi, avec eux, tous les esprits réfléchis, qui ont quelque souci de notre avenir industriel. Nous les conjurons de se joindre à nous pour obtenir des pouvoirs publics les crédits nécessaires à la fondation d'un laboratoire national de mécanique expérimentale. »

Que le lecteur veuille bien le remarquer, cette protestation traduit, non l'opinion isolée d'un savant, mais le sentiment unanime des ingénieurs et des industriels, exprimé, à la suite des articles de la *Revue*, dans une centaine de journaux français.

¹ Ces articles, qui ont vivement attiré l'attention du monde industriel, ont été dans la presse politique elle-même l'objet de nombreux commentaires. Indépendamment des discussions

recevoir les cinq cents étudiants que nous attendons en septembre au *Sibley College*. Je suis à agrandir les locaux et les aménagements, à en bâtir de nouveaux, à placer une turbine de 200 chevaux sous notre chute de 40 pieds, pour fournir l'éclairage électrique du *College*. Je viens justement de recevoir une machine Compound-tandem de 60 chevaux, cadeau d'amis; je prends les dispositions pour le placement d'une chaudière de 250 chevaux timbrée à 14 atm., et de notre machine expérimentale de 200 chevaux, qui n'est pas encore tout à fait prête.

« Votre idéal de machine expérimentale ne diffère pas considérablement de ce que la nôtre réalise. Tous les distributeurs sont aussi indépendants et chacun ajustable à part. Nos condenseurs à surface reçoivent l'eau de circulation directement de notre grand réservoir sous une charge de 150 pieds par un tuyau de 0 m. 23 de diamètre. Nous disposons en ce moment de 800 chevaux nominale; mais en réalité nous pourrions facilement obtenir un quart à un tiers en plus, soit mille chevaux.

« Je fais faire les fondations d'un banc d'épreuve de 300 à 350 tonnes, avec enregistrement automatique; placer la lumière électrique dans notre nouvelle bibliothèque (1.300.000 frs) qu'on vient de terminer, dans le *College-Sage* (collège de jeunes filles), etc.

« Je cherche encore un professeur à mettre à la tête de notre département du Génie naval.... »

« J'ai reçu votre article sur les Laboratoires ¹. C'est un plaisir de voir comment les nouvelles méthodes ont pris possession du monde. Dans notre pays, toute école qui se propose l'étude de la science pure ou appliquée érige un laboratoire de mécanique tout aussi bien que des laboratoires de physique ou de chimie. On y fait d'excellente besogne... Mais nous y éprouvons un désavantage d'autre part : ces écoles viennent me chercher mes meilleures hommes, et je cours perpétuellement le danger de rester sans assistant expérimenté. D'un autre côté notre réputation est telle que nous pouvons, en général, remplir les offices vacants en choisissant parmi les professeurs les plus renommés des autres écoles, car ils considèrent comme avantageux de venir dans la nôtre. Il nous vient même de tous les points des États-Unis des professeurs qui désirent se mettre au courant de nos méthodes et du maniement de nos appareils. Ainsi se répand avec rapidité le nouveau système. Nombre de nos plus brillants sujets vont aussi à l'Université Stanford de Californie, qui est assez bien modelée sur l'Université Cornell. Son président est un de nos anciens élèves.... »

R.-H. Thurston.

Sur ce même sujet des laboratoires de mécanique, qui passionne en ce moment nos ingénieurs, la Revue a reçu de quelques-uns d'entre eux d'importants documents, dont elle les remercie et qu'elle se propose d'utiliser prochainement.

L. O.

LES THÉORIES RÉGNANTES

SUR LA CONSTITUTION DES SOLUTIONS SALINES

Les travaux de M. Van T' Hoff sur la pression osmotique ont considérablement avancé la théorie de la dissolution. Il semble incontestable, d'après les nombreuses recherches provoquées par les idées du savant hollandais, que les molécules d'un corps dissous se comportent au sein du dissolvant comme les molécules d'un gaz dans un espace vide, et que les conditions d'équilibre à l'état gazeux ou dissous peuvent se déduire des mêmes équations ¹. Dans le cas particulier des solutions très étendues, on aura donc entre le volume, la température et la pression osmotique d'une dissolution contenant une gramme-molécule ² la relation $\Pi v = RT$, iden-

tique à l'équation qui, pour les gaz parfaits, résume les lois de Mariotte, de Gay-Lussac et d'Avogadro ³.

I

De nombreuses vérifications expérimentales, effectuées soit par la détermination directe de la pression osmotique, soit par la détermination des abaissements des températures de congélation ou des tensions de vapeur, qui sont des fonctions simples de la pression osmotique, ont montré que la théorie concordait bien avec l'expérience, sauf dans un cas, celui des solutions salines aqueuses; (nous comprenons ici, dans le terme solutions salines, les dissolutions aqueuses des acides et des

¹ Voir l'article de M. ERAUD sur la *Constitution des solutions étendues*, dans la *Revue générale des Sciences*, du 15 avril 1890.

² Gramme-molécule = nombre de grammes égal au poids moléculaire.

³ V. Dwelshauvers-Dery, Les Laboratoires de mécanique dans la *Revue* du 15 juin 1891, t. II, page 353.

² Π = pression osmotique; v = volume; R = constante = 84700; T = température absolue.

bases hydratés). Pour toutes ces solutions, l'équation $\Pi v = RT$ doit être remplacée par $\Pi v = iRT$, i étant un coefficient numérique, supérieur à l'unité, variable avec le corps considéré, et dépendant aussi de la température et de la concentration de la dissolution.

La détermination de i est immédiate quand on connaît la pression osmotique ; lorsque l'on a déterminé l'abaissement du point de congélation ou de la tension de vapeur de l'eau, on peut calculer i en s'appuyant sur les règles suivantes ¹ :

1° La valeur de i est égale à l'abaissement moléculaire du point de congélation divisé par 18,5 ;

2° La valeur de i est égale à 5,6 fois le poids moléculaire (m) du corps considéré, multiplié par la partie (Δ) dont sa présence diminue la tension de vapeur de l'eau (dissolution à 1 pour 100) :

$$i = m \times \Delta \times 5,6.$$

L'existence de ce facteur numérique conduit à attribuer aux solutions salines aqueuses une constitution spéciale, hypothèse que vient confirmer d'ailleurs l'étude d'un grand nombre de propriétés physiques de ces solutions. Reste à déterminer quelle est cette constitution spéciale.

Les explications, proposées jusqu'ici par les nombreux chimistes et physiiciens qui se sont occupés de cette question, sont très diverses, et parfois même contradictoires. Cela ne doit pas surprendre beaucoup, si l'on remarque que le fait que l'on poursuit n'est pas directement accessible. Ce n'est que par l'étude des propriétés des solutions, principalement des propriétés physiques, que l'on peut avoir une idée de leur constitution intime ; et, le plus souvent, un même fait pourra être interprété d'une façon satisfaisante, au moyen de deux hypothèses totalement différentes. A la longue, en accumulant les résultats expérimentaux, on pourra éliminer certaines hypothèses et augmenter la probabilité des autres ; mais on ne peut compter arriver à la certitude absolue.

Le fait incontestable qui ressort de ces données est que la constitution des solutions salines aqueuses est variable avec la température et la concentration. Une telle dissolution doit donc être considérée comme un système en équilibre chimique. Sur ce point là tout le monde est d'accord ; les divergences n'apparaissent que lorsqu'il s'agit de décider quels sont les corps entre lesquels s'établit l'équilibre.

II

Dans la théorie cinétique des gaz, on arrive directement à la formule $PV = RT$ pour les gaz parfaits, en considérant la pression P comme produite par le choc des molécules gazeuses contre

les parois. Le raisonnement peut être répété pour une solution saline enfermée dans un vase *semi-perméable*, c'est-à-dire se laissant traverser par le dissolvant et non par le corps dissous. La pression osmotique, c'est-à-dire la différence des pressions de part et d'autre de la paroi *semi-perméable* est due alors, en partie aux chocs des molécules du corps dissous qui s'exercent d'un seul côté, en partie à la différence d'action du liquide, qui d'un côté est pur, et de l'autre est soumis à une attraction de la part des molécules du corps dissous. Dans les solutions très étendues, cette seconde action est négligeable : le choc des molécules dissoutes constitue seul la pression osmotique, et l'on se trouve absolument dans le même cas que pour les gaz. C'est le résultat auquel est arrivé M. Van der Waals, qui a traité la question dans toute sa généralité.

Si l'équation à laquelle on arrive expérimentalement est $PV = iRT$, il faut en conclure, dans la théorie cinétique, que le nombre des molécules est augmenté dans le rapport de i à 1. C'est ce que l'on fait pour les gaz qui ne suivent pas la loi d'Avogadro et pour lesquels on admet que la molécule est dissociée en plusieurs autres. Deux cas sont alors à distinguer ; pour certains corps, l'acide acétique par exemple, on admet que la molécule de vapeur saturée est formée par l'agglomération de plusieurs molécules d'acide acétique qui se séparent quand la température s'élève, ou que la pression diminue. Cette hypothèse s'impose toutes les fois que le corps qui échappe à la loi d'Avogadro est un corps simple (iode, soufre). Pour d'autres corps, tels que le chlorhydrate d'ammoniaque, le perchlorure de phosphore, on suppose que la molécule se dissocie en plusieurs molécules différentes, acide chlorhydrique et gaz ammoniac, chlore et trichlorure de phosphore.

Ces deux hypothèses peuvent se répéter dans le cas des corps dissous, sans qu'on puisse *a priori* choisir l'une ou l'autre ; ou bien la molécule du corps solide est formée par l'aggrégation de plusieurs molécules identiques qui se séparent par la dissolution, ou bien la molécule du sel se sépare en molécules différentes. Cette seconde hypothèse a été adoptée par M. Arrhénius. Remarquons que les solutions pour lesquelles on était obligé d'admettre un coefficient i différent de l'unité donnaient toutes des solutions conductrices de l'électricité, susceptibles, par suite, de subir l'électrolyse, ce savant a admis que la séparation du sel en *ions*, que produit le passage d'un courant, était déjà obtenue par simple dissolution, et que l'électricité n'avait d'autre rôle que de diriger chacun de ces *ions* vers l'une ou l'autre des électrodes.

¹ VAN T' HOFF. *Archives néerlandaises des Sciences*, t. XX.

Cette hypothèse a soulevé de violentes contradictions; il semblait contraire à toutes les idées reçues en chimie d'admettre que les composés les plus stables fussent séparés en leurs éléments par une simple dissolution, donnant lieu à des phénomènes thermiques très faibles, et surtout qu'il pût exister dans une dissolution de chlorure de potassium, par exemple, du chlore et du potassium en liberté. A cela, M. Arrhénius répond qu'il ne faut pas considérer les *ions* libres au sein de la dissolution comme identiques aux molécules isolées des mêmes corps. La différence réside peut-être d'abord dans l'état d'aggrégation moléculaire, et surtout dans ce fait que les *ions* possèdent une très forte charge électrique, positive ou négative, qui empêche toute action de l'*ion* sur le dissolvant et représente une grande quantité d'énergie. L'*ion* est donc tout à fait différent de la molécule, et il ne faut pas chercher à retrouver dans la dissolution où l'on suppose les *ions* libres les propriétés des corps qui constituent ces *ions*.

Voici maintenant quelques-uns des faits qui viennent à l'appui de l'hypothèse de M. Arrhénius. Les solutions électrolytiques ne pouvant transmettre l'électricité sans subir de décomposition, on est conduit à admettre que le transport de l'électricité ne se fait que par l'intermédiaire des *ions*; la conductibilité moléculaire variera donc en même temps que le rapport du nombre des molécules dissociées au nombre des molécules non dissociées. Dans les solutions très étendues on trouve une conductibilité moléculaire constante; c'est qu'alors le sel est complètement dissocié en *ions*. Quand la concentration augmente, la conductibilité moléculaire diminue; c'est qu'un certain nombre de molécules salines restent indissociées. On peut, d'après le rapport des conductibilités, calculer la proportion de molécules dissociées et, par suite, le coefficient *i*.

Par exemple, la conductibilité moléculaire-limite pour le chlorure de potassium est 1,217 (multipliée par 10³); à la concentration 0,74 par litre la conductibilité est 1,147; le rapport $\frac{1,147}{1,217} = 0,94$ est, d'après M. Arrhénius, égal au rapport du nombre *n* de molécules dissociées au nombre total *m* de molécules.

Le nombre de molécules libres est donc égal à $m - n + 2n$, chacune des molécules dissociées donnant naissance à deux autres; par suite :

$$i = \frac{m - n + 2n}{m} = 1 + \frac{n}{m} = 1,94.$$

Pour BaCl² on aura :

$$i = \frac{m - n + 3n}{m} = 1 + 2 \frac{n}{m},$$

car chaque molécule se dédouble en trois autres

(Ba, Cl, Cl₂); or les conductibilités sont les suivantes :

Conductibilité moléculaire limite... 1,144 }
16⁵,04 par litre..... 1,006 } rapport = 0,87

donc $i = 1 + 0,87 \times 2 = 2,74$.

On peut donc calculer *i* au moyen de la conductibilité électrique, et comparer la valeur ainsi obtenue aux valeurs déduites de la pression osmotique, de la tension de vapeur, ou de l'abaissement du point de congélation.

Les différentes valeurs ainsi obtenues concordent assez bien; voici quelques résultats numériques :

1^o *i*₁, calculé d'après la conductibilité électrolytique;

*i*₂, déduit de la pression osmotique. (Mesures de M. de Vries) :

	KCl	NaCl	Az H ⁴ Cl	Az O ³ Na	Az O ³ K
<i>i</i> ₁	1,87	1,82	1,85	1,73	1,80
<i>i</i> ₂	1,80	1,72	1,82	1,76	1,76

2^o *i*₁, calculé d'après la conductibilité électrique;

*i*₃ déduit de l'abaissement du point de congélation (Raoult) :

	KCl	Az O ³ Na	(Az O ³) ² Pb	KOH	HCl
<i>i</i> ₁	1,86	1,82	2,08	1,93	1,90
<i>i</i> ₃	1,82	1,82	2,02	1,91	1,98

3^o *i*₁, calculé d'après la conductibilité électrique;

*i*₄, déduit de la diminution de tension de vapeur (Tamman) :

	NaCl	LiCl	NaOH	SO ⁴ K ²	SrCl ²
<i>i</i> ₁	1,75	1,69	1,80	2,02	2,15
<i>i</i> ₄	1,80	1,76	1,72	2,00	2,45

L'hypothèse d'Arrhénius donne une explication simple des propriétés modulaires des solutions étendues. M. Valson, en étudiant les densités des solutions salines normales, c'est-à-dire contenant une molécule de sel par litre, était arrivé à formuler la loi suivante :

La densité d'une solution saline normale peut se déduire de celle d'une solution prise comme type en y ajoutant deux nombres, correspondant : l'un au radical électro-positif, l'autre au radical électro-négatif. Ces nombres ou modules sont caractéristiques d'un radical et indépendants de l'autre radical auquel il se trouve associé.

Cette loi modulaire a été étendue depuis à un grand nombre de propriétés physiques (volume spécifique, dépression capillaire, chaleur de neutralisation, compressibilité, frottement interne, pouvoir rotatoire, indice de réfraction). L'existence des modules des radicaux suffirait presque, à elle seule, à conduire à l'hypothèse de la dissociation électrolytique. Voici comment s'expriment à ce sujet MM. Favre et Valson dans un mémoire daté de 1873 :

« En présence de ces résultats, n'est-on pas autorisé à se demander si l'action dissolvante de l'eau sur les sels n'aurait pas pour effet de dissocier leurs éléments et de les amener, sinon à un état de liberté complète, du moins à un état d'indépendance réciproque qu'il serait difficile de définir maintenant, mais du moins très différent de leur état primitif. »

Dans son beau mémoire sur le point de congélation des dissolutions salines, M. Raoult arrive à la conclusion suivante :

« Donc, pour les dissolutions étendues, la diminution des hauteurs capillaires, l'accroissement des densités, la contraction du protoplasma, l'abaissement du point de congélation, bref la plupart des effets physiques produits par les sels sur l'eau dissolvante sont la somme des effets produits séparément par les radicaux électro-positifs et électro-négatifs qui les constituent, et qui agissent comme s'ils étaient simplement mélangés dans le liquide. »

Il faut donc reconnaître, que MM. Valson et Raoult avaient été conduits par leurs recherches expérimentales à l'hypothèse de la dissociation électrolytique, mais sans oser attribuer à la séparation en ions une réalité objective, comme l'a fait M. Arrhénius d'après l'étude des propriétés électriques. De nombreuses recherches ont été effectuées dans ces dernières années pour contrôler cette hypothèse. Il faut citer principalement les expériences de M. Ostwald, en particulier celles relatives à l'interversion du sucre par les acides.

M. Ostwald attribue l'interversion du sucre par les acides à l'hydrogène mis en liberté par le fait de la dissociation électrolytique. D'après cela, la vitesse de la réaction doit être d'autant plus grande que la proportion d'hydrogène libre est plus grande. C'est ce que vérifie, en effet, l'expérience. De plus, si l'on a déterminé pour un acide à une série de concentrations différentes, d'une part la proportion d'hydrogène libre au moyen de la conductibilité électrique, d'autre part la vitesse d'interversion du sucre, on pourra calculer pour d'autres acides la vitesse d'interversion qui correspondra à une concentration et par suite à une proportion d'hydrogène libre connue. Les expériences d'Ostwald ont très exactement vérifié ces conclusions.

Enfin M. Ostwald a cherché à mettre directe-

ment en évidence l'existence des ions libres¹ au sein de la dissolution ; mais l'interprétation des expériences qu'il a réalisées est trop délicate pour qu'on puisse les considérer comme apportant une preuve décisive.

III

L'augmentation du nombre des molécules dans une solution saline peut aussi s'expliquer, comme cela a été indiqué plus haut, en admettant que les molécules salines sont des agglomérations qui se désagrègent par la dissolution. Ce cas sera sûrement le cas réel, si le corps dissous est un corps simple. C'est ce qui semble se présenter pour les solutions d'iode, de soufre et de phosphore.

M. Aignan, en étudiant la polarisation rotatoire de l'acide tartrique, a été conduit à considérer la molécule comme double et pouvant se dédoubler partiellement en solution aqueuse. Un certain nombre de faits tendent d'ailleurs à faire admettre que la condensation moléculaire n'est pas la même pour certains corps à l'état liquide et à l'état gazeux et que cette condensation peut encore s'augmenter beaucoup à l'état solide². M. Raoult, d'après ses recherches cryoscopiques, suppose que la molécule de l'eau doit être considérée comme multiple, ainsi que celle de l'acide acétique. M. Ph. A. Guye, dans des recherches tout à fait indépendantes, arrive à la même conclusion pour l'eau, l'alcool méthylique, etc.

Tous ces faits rendent parfaitement admissible l'hypothèse que les molécules d'un sel se dédoublent par la dissolution en plusieurs molécules semblables ; mais il est bien difficile, dans l'état actuel de la science, de choisir entre ce mode de dédoublement et celui qu'adopte M. Arrhénius. Il faut cependant reconnaître que la théorie de la dissociation électrolytique fournit une interprétation très simple et très élégante d'un grand nombre de faits que la théorie de l'association des molécules laisse complètement inexplicables.

IV

Enfin, un certain nombre de savants, se refusant à admettre la théorie cinétique de la dissolution, expliquent la constitution variable des solutions salines par l'existence, au sein du liquide, d'hydrates définis en voie de dissociation. De nombreux faits, il est vrai, conduisent à admettre qu'il existe un lien entre l'eau et le sel dissous, surtout lorsque ce sel peut donner des hydrates solides stables. On sait que la dissolution de ces sels, pris

¹ OSTWALD et NERNST, *Über freie Ionen*. *Zeitschrift für physikalische Chemie*, 1889.

² V. Sterry Hunt, The coefficient of mineral condensation in chemistry, *Chemical News*, 19 et 26 décembre 1890.

à l'état anhydre, donne lieu à un dégagement de chaleur parfois considérable; que certaines solutions (chlorure cuivrique, chlorure de cobalt) présentent une coloration variable avec la concentration et la température, coloration qui est tantôt celle du sel anhydre, tantôt celle du sel hydraté. L'hypothèse la plus ancienne sur la constitution des sels dissous, et celle qui se présente le plus naturellement, consiste à admettre que le sel est au même état d'hydratation dans la dissolution que les cristaux obtenus par évaporation à la même température. Mais cela ne correspond évidemment pas à la réalité, car une même dissolution peut, à une même température, laisser déposer différents hydrates pourvu qu'on la mette en contact avec une parcelle de l'un de ces hydrates. M. Berthelot, à la suite de ses recherches calorimétriques, arrive à concevoir les solutions salines comme contenant tantôt le sel anhydre, tantôt des hydrates partiellement dissociés en eau et sel anhydre, ou bien en eau et hydrate moins hydraté. Cette conception a été reprise par M. Mendeleeff qui a voulu voir dans cette dissociation des hydrates la cause des anomalies que présentent les solutions salines très étendues et a cherché à déterminer quels sont les hydrates qui peuvent exister en dissolution. Voici quel est le principe de sa méthode :

Supposons qu'on fasse varier d'une façon continue la concentration d'une dissolution et qu'on étudie en même temps l'une quelconque de ses propriétés physiques. A un certain moment il existera dans la dissolution des hydrates à $7H_2O$ et $8H_2O$, par exemple. Quand la concentration aura atteint la valeur qui correspond à la formation intégrale de l'hydrate à $8H_2O$, on verra apparaître un nouvel hydrate, à $10H_2O$, par exemple. La constitution de la solution a donc changé brusquement, et ce changement doit se traduire par un point anguleux dans la courbe qui représente, en fonction de la concentration, la propriété physique étudiée. On doit donc obtenir sur cette courbe une série de points anguleux correspondant aux différents hydrates qui peuvent exister dans la dissolution. Cette méthode a été appliquée par M. Mendeleeff à la densité des solutions d'alcool et d'acide sulfurique, par M. Crompton à la conductibilité électrique des solutions d'acide sulfurique, par M. Pickering à la densité, la chaleur de dilution et l'abaissement des points de congélation des solutions d'acide sulfurique et de chlorure de calcium. La méthode est contestable en elle-même, et les objections auxquelles elle donne prise ont déjà été signalées dans la *Revue*¹; mais ce qui est plus

grave, c'est que les résultats des différents expérimentateurs ne sont pas concordants. M. Mendeleeff trouve pour l'acide sulfurique 4 hydrates, M. Crompton 5, M. Pickering 16. Dans les solutions très étendues, qui sont celles dans lesquelles on a observé la variation de ϵ , la détermination des points anguleux devient presque complètement arbitraire. Il ne semble donc pas qu'il y ait de raison bien sérieuse d'admettre l'existence d'hydrates contenant jusqu'à 1900 molécules d'eau, comme le fait M. Pickering.

Si l'on doit regarder comme certaine l'existence d'un lien entre le dissolvant et le corps dissous, au moins dans certains cas particuliers, on ne peut rien affirmer sur la nature des composés que peuvent former l'eau et les sels dissous.

V

Les différentes théories, entre lesquelles s'est localisée actuellement la discussion, reposent toutes sur des faits d'observation incontestables (si l'on met à part la détermination de la composition des hydrates dissous). On peut d'ailleurs remarquer qu'elles ne sont pas incompatibles, et que rien ne s'oppose à ce que plusieurs effets se superposent dans les dissolutions. Nous avons vu que, dans les gaz qui n'obéissent pas à la loi d'Avogadro, le dédoublement de la molécule pouvait se faire suivant deux modes différents. Il n'est pas difficile d'imaginer des cas dans lesquels ces deux modes de dédoublement se produisent simultanément; si l'on chauffe, par exemple, de l'acétate d'ammoniaque, on aura d'abord le dédoublement du sel en acide et base, puis le dédoublement de la molécule d'acide acétique. On peut donc admettre que ces deux cas se présentent également dans les dissolutions et, de plus, comme les molécules salines se déplacent, non dans le vide, mais dans un milieu actif, l'eau, il n'y a rien d'étonnant à ce que ce milieu puisse réagir sur elles et donner dans certains cas des agrégations moléculaires complexes.

Il semble donc qu'en somme, on peut admettre qu'il se produit plusieurs effets par la dissolution d'un sel dans l'eau, l'un ou l'autre de ces effets dominant, suivant les conditions dans lesquelles on opère, sans qu'il soit possible de les distinguer nettement dans l'état actuel de la science. Ces effets seront : 1° Une association des molécules de l'eau avec celles du sel, ne se produisant que dans certains cas particuliers; 2° Un dédoublement des molécules salines pouvant s'effectuer, soit par désagrégation, soit par dissociation électrolytique, et devenant d'autant plus marqué que la dissolution est plus étendue.

Georges Charpy,
Professeur à l'Ecole Monge.

¹ *Pickering*, Nature of solution, analysé dans la *Revue* du 15 janvier 1890.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Wladimir de Tannenberg, (M.), *Professeur au Lycée de Lyon* : Sur les équations aux dérivées partielles du premier ordre à deux variables indépendantes, qui admettent un groupe continu de transformations. Thèse de doctorat soutenue le 23 juillet 1891 devant la Faculté des Sciences de Paris. Gauthier-Villars et fils, 55, quai des Grands-Augustins, Paris, 1891.

La théorie des groupes continus de transformations due à M. Sophus Lie commence à devenir classique en France comme ailleurs¹. Nos géomètres n'ont pas perdu de temps pour utiliser dans leurs recherches un procédé si éminemment suggestif, qui fournit tant de points de vue nouveaux et inattendus. Il suffira de citer comme exemple plusieurs passages du Mémoire de M. Picard, couronné en 1888 par l'Académie des Sciences, — sur les fonctions algébriques de deux variables indépendantes².

M. de Tannenberg, personnellement élève de M. Lie, a présenté une thèse de doctorat, qui est une application des groupes à un problème indiqué par M. Lie lui-même. Ce travail est bien propre à montrer comment une théorie neuve transfigure une matière aussi ancienne et rebattue que les équations aux dérivées partielles du premier ordre à deux variables indépendantes.

A une pareille équation $F, M.$ de Tannenberg associe une équation Φ aux différentielles totales du premier ordre, qui se déduit de F par un procédé simple. L'équation F définit dans l'espace un système bien connu de courbes caractéristiques; les deux équations d'une pareille courbe contiennent, outre les coordonnées x, y et z , trois paramètres, a, b et c , qui distinguent les unes des autres les diverses caractéristiques. Si l'on prend maintenant x, y, z pour paramètres, a et b pour coordonnées d'un point dans un plan, c pour le coefficient angulaire de la tangente à une courbe passant par le point, les deux équations de la caractéristique définissent un système de courbes planes à trois paramètres x, y et z . Ce système est aussi défini par une équation différentielle ordinaire II du troisième ordre entre a et b .

La connaissance de l'une quelconque des trois équations F, Φ ou II assure celle des deux autres.

M. de Tannenberg étudie les équations F qui possèdent la propriété de l'invariance par rapport à un groupe de M. Lie de transformations effectuées sur les variables x, y et z ; ce groupe substitue à ces variables d'autres x', y' et z' , fonctions des premières et de quatre paramètres au moins. Il possède alors la propriété de l'invariance par rapport à un groupe de transformations planes de contact, c'est-à-dire de celles qui n'altèrent pas le contact des courbes. Telle est l'idée fondamentale, indiquée par M. Lie, de la thèse.

Les groupes de transformations de contact ont été depuis longtemps construits par M. Lie; M. de Tannenberg cherche parmi eux ceux qui ne changent pas II. Il trouve alors que II peut se ramener à une forme canonique particulièrement simple et facile à intégrer. Il existe de ces formes canoniques sept pour II et huit pour F ou Φ .

Telle est la matière des sept premiers chapitres de la thèse; les deux derniers contiennent des considérations géométriques originales et intéressantes. M. de Tannenberg étudie les courbes intégrales des équations canoniques Φ aux différentielles totales et les complexes, sur lesquelles sont situées leurs tangentes; puis sont construites les caractéristiques des équations canoniques F aux dérivées partielles; ces courbes sont très simples : droites ou transformées homographiques d'une hélice ou d'une loxodromie...

Une note en appendice contient la réduction à la première des huit formes canoniques de deux équations F et Φ , connues depuis longtemps : il s'agit de l'équation F aux dérivées partielles de Monge, dont les normales aux surfaces intégrales touchent une sphère, et de l'équation Φ aux différentielles totales, étudiée par M. Darboux, où les tangentes aux courbes intégrales sont normales à une quadrique d'un faisceau homofocal.

M. de Tannenberg annonce qu'il va, dans une publication prochaine, indiquer les caractères grâce auxquels on pourra, sur une équation donnée F , reconnaître si elle possède la propriété de l'invariance vis-à-vis d'un groupe de Lie : ce sera un progrès sérieux pour le calcul intégral, car il existe des méthodes générales d'intégration pour les équations de l'espèce considérée qui admettent un groupe.

Le travail de M. de Tannenberg continue dignement la brillante série des thèses de mathématiques que nous sommes habitués à voir à la Faculté des Sciences de Paris.

LÉON AUTONNE,

Sir William Thomson. — Popular lectures and addresses. — Vol. III. Navigational affairs (Lectures sur la navigation) (9 fr. 50). Macmillan and Co, Bedford Street, Covent Garden, London, 1891.

Sous ce titre Sir W. Thomson a réuni des articles de revue et des lectures faites par lui sur des sujets qui intéressent la navigation. Il ne faudrait pas se méprendre sur le sens du mot « populaire », ni croire qu'on se trouve en présence d'une œuvre plus ou moins banale de simple vulgarisation. On n'y rencontre pas, il est vrai, beaucoup de formules algébriques; les explications scientifiques sont relevées de comparaisons heureuses, agrémentées de détails historiques et d'excursions dans le domaine des autres sciences; mais, ainsi qu'il arrive pour les productions littéraires bien connues des Tyndall et autres savants anglais, le fond n'est pas sacrifié à la forme : les faits sont présentés avec une rigueur et une précision qui doivent satisfaire le savant autant que l'homme du monde.

L'éminent professeur de Glasgow, sans être un marin de profession, s'intéresse beaucoup, comme tous ses compatriotes, aux choses de la mer. Il a lui-même parcouru les océans sur son yacht de plaisance, et son esprit inventif s'est donné carrière dans l'étude des perfectionnements que comporte la navigation. Ainsi, au moment d'écrire un article sur les boussoles ou compas de bord, il s'aperçoit que le type ordinaire de ces instruments est mal conçu, théoriquement et pratiquement imparfait; il en invente un nouveau modèle, pour lequel il obtient des qualités qui semblaient incompatibles, la stabilité mécanique unie à la sensibilité, en même temps qu'une facilité nouvelle pour compenser les déviations; puis il complète son invention par des procédés ingénieux pour mesurer à bord les deux composantes du magnétisme, pour corriger les compas au moyen de ces observations de force, pour déterminer et observer l'azimut astronomique. Une autre

¹ Un résumé succinct de la théorie des groupes de Lie fait par MM. de Tannenberg et Vessiot a été inséré au *Bulletin des Sciences Mathématiques*, année 1889.

² J'ai moi-même fait une application des groupes à l'intégration de l'équation différentielle ordinaire du premier ordre (*Comptes rendus*, 16 mars 1891).

fois, frappé des difficultés qu'on éprouve à sonder exactement par de grandes profondeurs, il imagine de remplacer la ligne en chanvre par une corde de piano, puis de contrôler les indications directes par l'adjonction d'un ingénieux manomètre enregistreur sur lequel on lira la pression hydrostatique du fond. Toutes ces inventions, d'autres encore, très complètes et très étudiées, portent un cachet d'élégance scientifique et de simplicité pratique qui leur a conquis d'emblée les suffrages des marins.

Analysons rapidement le livre qui est sous nos yeux. D'abord la navigation proprement dite, c'est-à-dire les moyens par lesquels on détermine la position en mer et l'on fixe la route; un aperçu des méthodes de la navigation astronomique, avec le sextant, le chronomètre et le compas. L'auteur est partisan résolu de ce qu'on appelle la *nouvelle navigation*, celle qui tire de chaque hauteur observée un lieu géométrique du navire et qui déduit le point de la combinaison de ces lieux. Puis des détails sur la navigation à l'estime et sur les causes d'erreur qui l'affectent : les courants marins, et des notions sur les signaux sonores employés en temps de brume. Nous avons déjà dit que sur ces sujets l'auteur a une compétence toute spéciale.

Le chapitre des marées donne un aperçu de la théorie dite d'équilibre, telle qu'elle a été posée par Newton et acceptée jusqu'à Laplace : il montre l'insuffisance de cette théorie, insiste surtout sur l'étude expérimentale du phénomène et développe les principes de l'analyse harmonique, au moyen de laquelle on décompose l'onde résultante observée en éléments simples représentant les effets de toutes les forces en jeu. C'est là en effet le meilleur moyen d'appliquer pratiquement la théorie de Laplace. Sir W. Thomson était particulièrement bien préparé pour traiter cette question. En 1867 il avait soumis à l'*Association Britannique* un programme complet d'observations et de calculs de réductions; puis il avait combiné un appareil pour exécuter ces calculs mécaniquement.

L'étude sur les compas débute par d'intéressants détails historiques sur l'emploi de la boussole, sur ses déviations : puis vient la description du compas Thomson. Le caractère de cette invention est d'avoir réduit à la fois le poids et le moment magnétique sans détriment de la sensibilité : l'accroissement de la durée d'oscillation élimine l'influence des mouvements de roulis du navire; la petitesse des aiguilles permet d'appliquer rigoureusement les procédés d'Airy pour la compensation des déviations, à l'aide de masses de fer doux et d'aimants.

Mentionnons encore le chapitre relatif aux câbles sous-marins, aux études que leur pose comporte, notamment aux sondages à de grandes profondeurs. Signalons enfin une étude du plus haut intérêt sur les ondes produites par le déplacement des navires, et sur les relations entre ces ondes, la forme du flotteur et le travail nécessaire pour imprimer à celui-ci des vitesses déterminées. Sur tous ces points, ainsi que sur les phares, l'auteur a fait des travaux originaux dont il expose les résultats en même temps qu'il résume les études de ses devanciers.

Nous avons donc là un livre qui se recommande à tous les marins, même, et surtout, aux plus instruits. Il s'adresse encore aux savants que les choses de la mer intéressent, mais qui n'ont pas le loisir de les étudier à fond. En dehors d'une riche collection de faits, on y trouvera, racontés d'une façon très suggestive, l'histoire et la filiation des inventions qui font de sir W. Thomson un des savants contemporains qui ont le mieux mérité de la marine. E. CASPARI.

Witz (Aimé), Docteur en sciences, Ingénieur des Arts et Manufactures. — *La Machine à vapeur*. Un vol. in-18 de 324 pages et 80 figures dans le texte. (Prix: 4 fr.) J.-B. Baillière et fils, 19, rue Haute-Feuille, Paris, 1891.

Dans ce petit livre très élémentaire, M. A. Witz s'est proposé de mettre à la portée de tous la théorie et la

pratique de la machine à vapeur; aucune des questions que soulève cet important sujet n'a été laissée de côté; certaines d'entre elles n'ont pu naturellement être approfondies, mais toutes ont été suffisamment indiquées pour laisser au lecteur des idées justes.

Ce volume fait partie de la Bibliothèque des Connaissances utiles; M. A. Witz, en l'écrivant, ne s'est donc pas adressé à des savants ou à des praticiens déjà au courant de la mécanique, mais bien au grand public; il a voulu être très clair, très simple, et cependant très complet; on doit reconnaître qu'il a remarquablement atteint ce double but. J. POULET.

Atkinson Longridge (James), Memb. Inst. Civil eng. — *The artillery of the future and the new powders*. (L'artillerie de l'avenir et les nouvelles poudres). E. et F. N. Spon, 125, Strand, London; New-York: 12, Cortlandt Street, 1891.

Ainsi que M. Longridge le remarque lui-même, le titre qu'il a choisi est fait pour étonner au premier abord; intituler un livre *L'artillerie de l'avenir*, c'est indiquer implicitement que de grands perfectionnements seront réalisés en artillerie, alors que d'une façon générale, dans tous les pays civilisés, on se croit, sur ce point, bien près de la perfection.

Le titre adopté par M. Longridge heurte donc une opinion généralement admise; c'est pour cela qu'il l'a inscrit en tête de son ouvrage. En profond désaccord sur les principes mêmes avec les comités d'artillerie de l'Angleterre et du Continent, il a voulu appeler la discussion sur ces divergences et apporter l'autorité de son nom, de ses travaux, à ce qu'il croit être la vérité. Son livre est un livre de combat : « Celui qui a la vérité de son côté, dit l'auteur, est aussi sot que lâche s'il craint de la confesser parce que les opinions des autres ont la vogue ou la majorité. »

Depuis de longues années déjà, la tendance des fabricants de canons est d'augmenter la longueur de ces engins et de réduire la pression qui s'y produit : ils cherchent à diminuer la force explosive en la faisant agir plus longtemps. M. Longridge est d'un avis diamétralement opposé; il veut de hautes pressions dans des canons forts et comparativement courts. Nous ne pouvons naturellement prendre parti dans une question aussi délicate et aussi spéciale; mais, quel que soit le sort que l'avenir réserve à l'opinion de M. Longridge, il l'appuie sur des expériences trop sérieuses, il a une notoriété trop considérable, pour que son ouvrage ne fixe pas l'attention de tous ceux que préoccupent les progrès de l'artillerie. L. O.

Faye (Hervé), de l'Académie des Sciences. — *Sur une révolution dans les idées météorologiques*. Extrait des Comptes-Rendus des séances de l'Académie des Sciences, t. CXII, Séances du 19 mai et du 8 juin 1891.

M. Faye a réuni en brochure ces deux communications déjà analysées ici-même¹. Les météorologistes trouveront dans cette plaquette une discussion remarquable des idées nouvelles relatives aux grands mouvements de l'atmosphère. L. O.

Barral (G.). — *Histoire d'un inventeur. Un fort volume in-4° de 600 pages avec 280 figures (8 fr.)*. Georges Carré, éditeur, 58, rue Saint-André-des-Arts, Paris, 1891.

Ce beau volume est consacré tout entier à l'exposé des travaux de M. G. Trouvé sur l'électricité, et à la description des appareils si ingénieux qui ont donné au nom de cet inventeur sa notoriété. L. O.

Poche (G.). — *Origine des forces de la Nature. Nouvelle théorie remplaçant celle de l'attraction*. 1 vol. in-18 (3 fr.). G. Masson, éditeur, 120, boulevard Saint-Germain, Paris, 1891.

¹ Voyez à ce sujet la *Revue* du 15 juin 1891, t. II, p. 385, et du 30 juin 1891, t. II, p. 428.

2° Sciences physiques.

Everett (J.-D.). — *Illustrations of the C. G. S. System of units, with tables of physical constants; (Unités et constantes physiques) petit in-8° (6 fr. 25), Macmillan and Co, Bedford Street, Covent Garden, Londres, 1891.*

Cet ouvrage, sous un titre nouveau, n'est autre que la troisième édition profondément modifiée, des *Unités et constantes physiques*, dont le grand et légitime succès a été consacré par des traductions française, allemande, russe, polonaise et italienne. Arrivé au bon moment, ce petit livre a rendu un réel service à la physique, en popularisant le système C. G. S., qui s'y trouvait exposé dans toute sa rigueur, avec exemples à l'appui, et coefficients de transformation dans les autres systèmes usuels d'unités.

L'arrangement général du livre est resté celui que nous connaissons par la traduction de 1883 :

Tables de réduction des mesures anglaises en C. G. S.; théorie des unités; choix des unités fondamentales; unités mécaniques; hydrostatique, élasticité, viscosité, déformations; astronomie (pourquoi en cet endroit?); vitesse du son; lumière; chaleur; magnétisme; électricité. Un appendice contient les rapports du Comité des unités nommé par l'Association britannique.

L'auteur a entendu rester pratique; en tête de chaque chapitre, il rappelle en quelques lignes les notions indispensables à l'intelligence du sujet, discute les dimensions des grandeurs à mesurer, en indique les unités C. G. S. et usuelles, puis donne quelques tableaux de constantes.

Le tout est clair, précis, facile à saisir. Nous remarquons, dans cette nouvelle édition, quelques paragraphes extraits des travaux de MM. Rücker et Fitzgerald, et concernant les dimensions des unités électrostatiques et électromagnétiques en fonction de la perméabilité du milieu. L'auteur nous avertit que l'introduction du chapitre de la chaleur a dû subir une petite révolution par suite de la découverte de M. Rowland concernant la variation de la chaleur spécifique de l'eau. Nous croyons qu'il eût pu faire mieux, et maintenir les anciens nombres, en attendant des déterminations précises qui pourraient fort bien infirmer le résultat trouvé par M. Rowland à l'aide d'une méthode trop indirecte. Par compensation l'auteur conserve en d'autres endroits des nombres bien vieillies, ceux de Pouillet par exemple sur la dépression capillaire du mercure; les points critiques mentionnés déjà par M. Van der Waals dans sa thèse; on n'ignore pas que, sous l'impulsion même de ce travail magistral, de nombreuses et importantes déterminations ont été faites qui complètent et rectifient ce tableau.

Le lecteur pourra éprouver quelque embarras dans le choix des longueurs d'onde, légèrement discordantes citées d'après MM. Rowland et Bell et d'après le dictionnaire de Watt. On s'étonnera aussi que, dans un livre aussi purement C. G. S., certains résultats soient donnés dans des unités différentes; citons les compressibilités en atmosphères ou en tonnes par pouce carré. Ces quelques critiques, formulées pour la bonne règle, nous tenons à dire qu'il ne faudrait pas s'en exagérer l'importance. L'ouvrage de M. Everett demeure un guide excellent à travers le système C. G. S. Mais il ne dispense en aucune façon le physicien de l'emploi de tables de constantes plus complètes, établies sur un type uniforme, et avec une sévère critique des sources.

Ch.-Ed. GUILLAUME.

Baume-Pluvinel (De la). — *La photographie au gélatino-bromure d'argent. 3^e série (2 fr. 75). Bibliothèque photographique, Gauthier-Villars, 53, quai des Grands-Augustins, Paris, 1891.*

Dans deux ouvrages précédemment parus, le comte Aymar de la Baume-Pluvinel avait déjà traité avec une compétence et une clarté indiscutables les questions du temps de pose et du développement: ces deux

livres, le dernier surtout, sont des ouvrages qui sont dans les mains de tout praticien ou amateur sérieux, car ce ne sont pas des traités écrits à la légère par un professionnel empirique, mais des traités mûris et raisonnés, écrits par la main d'un photographe doublé d'un savant.

Aujourd'hui, l'auteur expose avec la même autorité tout ce qui a trait aux actions latentes de la lumière: son action sur les substances sensibles, et en particulier sur les émulsions au gélatino-bromure d'argent si universellement répandues aujourd'hui. Tout ce qui se rapporte aux actions chimiques de la lumière se trouve consigné, analysé et discuté dans ce petit livre, écrit dans une langue sobre et claire. C'est un livre utile, je dirai même nécessaire, un de ces opuscules que liront tous ceux qui ne se contentent pas d'un manuel opératoire appris par l'usage, mais qui désirent aller au fond des choses; qui ne s'arrêtent pas au comment, mais désirent aller jusqu'au pourquoi. Il n'y a que des félicitations à adresser à l'auteur pour la rédaction de son nouvel ouvrage; il n'y aura, j'espère, que des félicitations à lui adresser pour son succès, qui me semble assuré par son nom même.

Alphonse BERGET.

Georges Lemoine. — *Dissociation du bromhydrate d'amylène sous de faibles pressions. — In-8°, Gauthier-Villars et fils, 53, quai des Grands-Augustins, Paris, 1891.*

Les expériences de mesure sur les équilibres chimiques sont relativement peu nombreuses, surtout en ce qui concerne les systèmes homogènes. Les seules recherches de ce genre sont celles de M. Lemoine sur l'acide iodhydrique, expériences qui ont été reprises ensuite par MM. Troost et Hautefeuille. L'acide iodhydrique présente un cas particulier: c'est qu'il est formé sans variations de volume. Il était très important de savoir comment se comporteraient, sous l'influence des variations de pression, des composés formés avec variations de volume. C'est le but que s'est proposé M. Lemoine en étudiant la dissociation du bromhydrate d'amylène. De nombreuses mesures, effectuées par la méthode des densités de vapeur, le conduisent au résultat qu'annonçait la théorie: *Pour les corps formés avec condensation, une diminution de pression facilite la dissociation.*

GEORGES CHARPY.

Le Chatelier (H.). *Ingénieur en chef des Mines. — Note sur le dosage du grisou par les limites d'inflammabilité. — Annales des Mines, 8^e série, tome XIX, 2^e livraison de 1891, page 388.*

Les Américains emploient depuis quelque temps un nouvel indicateur de grisou que M. Paul Bayard, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, a décrit dans les *Annales des Mines*, 8^e série, tome XIX, page 379. Cet appareil, constitué en fait par un avertisseur et un analyseur, repose en principe sur la *fixité absolue* de la proportion de gaz combustible nécessaire dans un mélange avec de l'air pur pour que l'inflammation se produise. Cette proportion serait de 0,060 pour le grisou, de 0,085 pour un gaz d'éclairage moyen.

Le fait précédent, énoncé par M. Shaw, l'inventeur du nouvel avertisseur, est en contradiction avec les idées généralement admises; aussi M. Le Chatelier a-t-il voulu tout d'abord le vérifier. Les expériences qu'il a faites lui ont montré l'exactitude parfaite de cette loi: « J'ai constaté, dit-il, que les limites d'inflammabilité pouvaient être déterminées d'une façon certaine et sans difficulté à $\frac{1}{1000}$ près du volume total. » Les irrégularités que l'on avait cru rencontrer au voisinage des limites d'inflammabilité tiennent sans doute au manque de précision dans la mesure des volumes gazeux.

M. Le Chatelier, remarquant que les appareils de M. Shaw sont d'une assez grande complication, indique une méthode qui conduit d'une façon beaucoup plus simple au même résultat; le procédé qu'il décrit per-

met de faire très rapidement l'analyse précise de l'air des mines; nous n'avons pas besoin d'insister dès lors sur l'intérêt qu'il présente. L. O.

Gautier (Armand), de l'Institut. — *Sophistication et Analyse des vins*. 4^e édition, 1 volume in-18. (6 fr.) Librairie J.-B. Baillière et fils, 19, rue Haute-Feuille, Paris, 1891.

Dans ce nouvel ouvrage, destiné principalement aux chimistes et aux experts, M. A. Gautier complète ses précédentes publications en s'inspirant des progrès actuels de la science au sujet des falsifications du vin.

Après avoir passé rapidement en revue les causes des sophistications des vins et les procédés employés par les falsificateurs, l'éminent auteur aborde la première partie de son ouvrage, comprenant la composition et l'analyse des vins. Après une étude générale des matériaux du vin se trouve une série de tableaux très soignés donnant la composition des principaux vins français et étrangers. Les méthodes d'analyse qui viennent ensuite sont décrites avec les plus grands détails. Le dosage de l'alcool est indiqué par les procédés de l'alcomètre, de l'ébullioscope et de l'œnorhéomètre, basé sur les vitesses variables d'écoulement à travers les tubes étroits de liquides plus ou moins alcooliques. Quant à l'extrait sec, M. A. Gautier préconise sa détermination par l'évaporation dans le vide, au point de vue de l'exactitude. L'auteur décrit, outre les dosages qu'on exécute ordinairement, l'appréciation du coefficient de coloration, les déterminations des acides malique, borique, sulfureux, de l'hydrogène sulfuré, de l'acide nitrique, de l'acide sulfurique libre ou à l'état de bisulfate, de l'azote, de la saccharine.

Dans la seconde partie, consacrée à la caractérisation de chaque sophistication et à l'influence des procédés de vinification sur la composition des vins, M. A. Gautier examine l'ensemble des caractères permettant de dire qu'un vin a été mouillé, additionné de piquettes, de vins de raisins secs, qu'il a subi le vinage, le sucrage, le glycérinage ou le mutage, le phosphatage ou le tartrage. La coloration artificielle des vins prend une grande place dans cette seconde partie: les diverses matières colorantes végétales ou dérivées du goudron de houille sont d'abord étudiées en détail; puis viennent les divers essais des vins par la craie armée de réactifs ou par les réactifs ordinaires, et enfin des tableaux indiquant la marche à suivre pour reconnaître la nature de la couleur ajoutée au vin suspect. L'auteur continue en indiquant les considérations permettant de dire qu'un vin a été plâtré, déplâtré, salé, aluné, additionné de matières minérales ou de tannins.

Le volume se termine par un examen sommaire des maladies des vins: ascendance, tourne, pousse, amertume, graisse, et des remèdes à y apporter. Enfin, un chapitre spécial sous le titre: documents à consulter, comprend les lois, circulaires, rapports, etc., relatifs aux vins.

Deux planches coloriées relatives aux essais par la craie aluminée et deux planches reproduisant les levures et les germes des maladies du vin, complètent l'ouvrage de M. A. Gautier.

Ce livre est à recommander, non seulement par sa précision et sa clarté, mais aussi par les nombreuses observations et innovations théoriques et pratiques qu'il contient et que l'auteur a acquises par son habileté et sa longue expérience du sujet traité.

A. HÉBERT.

3^e Sciences naturelles.

Costantin (J.) et **Dufour** (L.). — *Nouvelle Flore des Champignons*. 1 vol. in-42 (Prix 3 fr. 50 broché. 6 fr. reliure anglaise.) Librairie Paul Dupont, Paris, 1891.

Les prospectus sont souvent trompeurs: ils promettent plus qu'ils ne donnent; mais c'est là, nous sommes heureux de le dire, un reproche que l'on ne pourra pas faire au petit volume tout récemment publié par

MM. Costantin et Dufour. Les prospectus adressés aux botanistes n'avaient, à coup sûr, rien de séduisant: le papier était mauvais, le texte et les figures mal tirés; mais le livre a fort heureusement les qualités inverses, et son exécution typographique est remarquable, malgré les nombreuses difficultés qu'elle présentait.

Le but que les auteurs se sont proposé est de mettre à la portée de tous la connaissance des Champignons basidiomycètes dans un livre complet et d'un prix modéré, et ils y sont arrivés; ils ont dressé pour cela des clefs dichotomiques faciles à consulter, qui renvoient à de charmants croquis réunis en planches. La Flore de MM. Costantin et Dufour, qui s'adresse surtout aux débutants, deviendra le *vade mecum* du mycologue, et nous lui souhaitons tout le succès qu'elle mérite.

G. SAUVAGEAU.

Chauveau (Gustave). — *Recherches embryogéniques sur l'appareil laticifère des Euphorbiacées, Urticacées, Apocynées et Asclépiadées*. — Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris. Ann. des Sc. nat. G. Masson, 120, boulevard Saint-Germain, Paris, 1891.

Bien que la liste soit déjà fort longue des travaux consacrés à l'étude des laticifères et du latex, il reste encore, dans ce coin obscur de l'anatomie et de la physiologie végétales bien des questions à élucider et de nombreux problèmes à résoudre. M. Chauveau n'a pas abordé le moins difficile et le moins intéressant de ces problèmes en se proposant de rechercher l'origine des laticifères jusque dans l'embryon d'un certain nombre de plantes appartenant aux quatre familles citées plus haut.

Il a été précédé dans cette voie par Schmalhausen qui dans un travail relativement récent (1877) a étudié l'origine des laticifères non-seulement chez les Euphorbes, mais encore chez les Asclépiadées, Apocynées, Urticées, Chioracées et Campanulacées. Cet auteur a montré que chez l'Euphorbe, par exemple, les laticifères se différencient de très bonne heure comme cellules distinctes à l'intérieur de l'embryon; il a indiqué la situation respective de ces cellules initiales et, les suivant dans leur évolution, les a vues émettre des prolongements qui s'anastomosent pour former un anneau, d'où se détachent des rameaux qui se rendent à la racine, aux cotylédons, au cône végétatif, pour donner naissance à tous les laticifères de la plante, aucune nouvelle formation de cellules laticifères n'intervenant ultérieurement.

Ce sont ces résultats que M. Chauveau s'est proposé de vérifier, de compléter et d'étendre. Au sujet de l'origine des laticifères par des cellules déjà nettement distinctes dans les tissus de l'embryon, il n'a pu que confirmer les faits énoncés par ses devanciers; mais grâce à une technique nouvelle qui lui a permis d'étudier les embryons les plus petits, il a fixé dans beaucoup de cas le nombre et la situation respective de ces cellules initiales; il a montré qu'elles apparaissent toujours dans le même plan transversal de l'embryon (plan nodal) et qu'elles appartiennent dans la plupart des cas au pérycyle. Poursuivant ses investigations pendant le développement de l'embryon, il a décrit en détail la formation de l'anneau qui doit donner naissance aux laticifères de la racine, des cotylédons et de la tige et il a suivi attentivement le trajet des laticifères dans les deux premiers de ces organes au début de la germination; enfin il a cru pouvoir affirmer que, dans les cas où la plante acquiert des formations secondaires, ces formations sont parcourues par des laticifères issus des branches voisines des assises génératrices et appartenant au système laticifère primitif; on ne constaterait jamais l'apparition de nouvelles initiales après les premiers stades du développement embryonnaire.

A l'encontre de Schmalhausen qui niait le passage des laticifères de la racine dans les radicelles, il a

établi l'existence des laticifères dans ces derniers organes, confirmant ainsi les résultats de Schullerus; il a montré en même temps que ces laticifères des racines n'existent jamais que dans le cylindre central et que leur nombre, toujours très restreint, est intimement lié à celui des faisceaux.

Malheureusement M. Chauveau ne paraît pas avoir suivi bien loin les prolongements des laticifères primordiaux dans la tige et dans les feuilles, de sorte que ce chapitre de l'histoire des laticifères, de tous le plus intéressant, nous échappe encore. L'auteur a beau soutenir que seule l'étude du développement embryonnaire peut donner une notion exacte et complète de l'appareil laticifère de la plante adulte, nous ne voyons pas très bien comment la connaissance de ce développement embryonnaire pourra nous expliquer la marche et la distribution des laticifères dans la tige, les branches et les feuilles, d'autant plus qu'il avoue lui-même (p. 149) avoir vainement cherché les débuts de l'appareil laticifère dans l'embryon des *Vinca major*, *Vinca minor*, *Amsonia latifolia* et *Taberna montana* qui possèdent cependant des laticifères dans les organes de la plante adulte; nous sommes bien obligé d'en conclure que tous les laticifères n'ont pas une origine embryonnaire et qu'il est peut-être fort imprudent d'émettre une opinion aussi générale sans preuves suffisantes à l'appui.

L'auteur discute dans les deux derniers chapitres la nature morphologique des laticifères et leur importance au point de vue de la classification. Nous ne croyons pas que ces deux questions puissent être éclaircies d'un jour nouveau par les observations contenues dans la thèse de M. Chauveau, puisque ces observations intéressent presque uniquement le développement des laticifères dans l'embryon; nous ne suivons donc pas l'auteur dans les considérations théoriques qu'il a cru devoir émettre.

Nous ne le chicanerons pas non plus outre mesure sur un certain nombre de points de détail qui seraient peut-être fort discutables, ni sur le singulier travers dans lequel il est tombé en affublant des noms les plus bizarres les objets les plus vulgaires; il était bien inutile en effet d'inventer le nom de microphyte pour désigner un entonnoir et celui de microzote pour un support à verres de montre. Nous devons malheureusement adresser à l'auteur une critique dont l'importance ne lui échappera pas. Son travail est surtout une œuvre de vérification destinée à préciser utilement les détails de faits déjà énoncés; or les qualités maîtresses d'un mémoire de cette nature doivent être évidemment la minutie dans les détails et la rigueur dans les descriptions. Nous sommes obligé de reconnaître que ces qualités de précision se trouvent singulièrement amoindries par ce fait que l'auteur n'a pas pris soin d'établir une correspondance rigoureuse entre les numéros des figures et les indications de son texte. Nous n'avons pas relevé moins de trente de ces indications erronées qui rendent la lecture du mémoire particulièrement pénible, sinon impossible. Nous nous permettons de signaler ce fait, car de telles incorrections surprennent, surtout quand on les rencontre dans un travail présenté à la Faculté et soumis à sa sanction.

Henri LECOMTE.

Verneau (R). Les races humaines. (Collection des merveilles de la Nature, de Brehm.) — Un vol. in-8° de 800 pages avec 500 figures (11 francs). J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hauteville. Paris, 1891.

Depuis l'ouvrage de Richard en 1843, il n'y aurait pas en, d'après la préface que M. de Quatrefages a écrit pour le livre de M. Verneau, de traité complet d'anthropologie. Après avoir éliminé comme trop succincts ou trop incomplets les livres de Latham, d'Omalus d'Halloy, le savant professeur présente le travail de son préparateur au Muséum. Qu'il nous soit permis de rappeler le précis d'anthropologie de Hovelacque et Hervé,

paru en 1887, ouvrage dont la lecture semble un peu aride et sèche, mais qui est très documenté et très complet.

Un aperçu d'anthropologie générale constitue une introduction très utile à l'étude des races humaines, et permet à l'auteur d'exposer ses vues personnelles sur quelques points encore fort contestés de la science. Sur plusieurs M. Verneau hésite à suivre docilement son maître, M. de Quatrefages; c'est ainsi qu'il ne se décide pas à trancher la question du Règne humain, mais se contente d'exposer les faits apportés par les monogénistes et les polygénistes pour la défense de leur opinion.

Signalons les pages consacrées à l'homme préhistorique, aux divers âges de cette préhistoire, et notamment l'exposition critique des faits qui tendent à établir l'existence d'un ancêtre à l'époque tertiaire.

Les chapitres consacrés aux races actuelles sont pleins de renseignements sur les caractères ethniques, les habitudes sociales et les mœurs. La linguistique, si importante aujourd'hui, est malheureusement oubliée.

Parmi les nombreuses figures qui illustrent le livre, un grand nombre proviennent de clichés bien connus, un peu usés; mais il en est quelques-unes nouvelles, copiées sur les photographies appartenant à la collection du Muséum.

L. O.

4° Sciences médicales.

Duroziez (D^r P.). — Traité clinique des maladies du cœur. — 1 vol. in-8° (10 fr.) G. Steinheil, 2, rue Casimir-Delavigne, Paris, 1891.

Depuis sa thèse sur la digitale, publiée en 1853, M. Duroziez n'a cessé de s'occuper du cœur, et de nombreux mémoires sur ce sujet ont montré que ses recherches n'étaient pas stériles. C'est l'ensemble de ces travaux, le résultat de cette longue expérience que l'auteur nous donne dans un volume qu'on lira avec un grand intérêt.

Ce n'est pas là un traité didactique des maladies du cœur, mais une sorte d'enseignement familial, comme on peut le faire à la visite d'hôpital. On sent que l'auteur a fouillé passionnément son sujet, qu'il n'a pas accepté aveuglément les opinions transmises par les maîtres, mais qu'il les a contrôlées au lit du malade; il en est résulté que la complexité des cas l'a éloigné des types classiques et qu'il a cherché à rendre fidèlement les très nombreux aspects que peuvent présenter les cardiaques. Comme il le dit lui-même: « le médecin voit des malades et non des maladies. »

Cette complexité même peut dérouter un peu l'étudiant qui débute; mais pour peu qu'on ait quelque expérience de l'auscultation, on sera bien aise de trouver ici une interprétation raisonnée des apparentes contradictions qu'on a cru relever entre les signes observés et la description officielle du type idéal correspondant.

La première partie du traité contient les données anatomo-physiologiques nécessaires à connaître pour comprendre le mécanisme des troubles cardiaques.

La deuxième partie est consacrée à la Pathologie du cœur: elle s'ouvre par un chapitre de sémiotique très intéressant par le caractère essentiellement pratique des observations: on voit que l'auteur s'est appliqué à se faire une méthode personnelle d'examen du malade, et c'est le résultat de cette expérience dont il veut faire profiter le lecteur. On y trouve déjà les découvertes originales auxquelles le nom de Duroziez reste attaché: le claquement prësystolique des veines crurales, le double souffle intermittent.

Viennent ensuite les différents types cliniques, divisés en lésions des membranes, rétrécissements et insuffisances, lésions combinées, lésion de l'aorte, etc.

Signalons en passant le rétrécissement mitral pur, décrit pour la première fois par l'auteur en 1877, d'origine congénitale, qu'il faut distinguer du rétrécisse-

ment mitral rhumatismal, saturnin, et caractérisé par la constance et la pureté des bruits et du rythme, de plus, spécial à la femme. Cette lésion, d'abord discutée, souvent méconnue, est rare, en somme, et peut-être aujourd'hui trop facilement admise dans des cas qui n'ont rien à voir avec elle.

A noter la description du *grand cœur rhumatismal*, montrant bien l'imprégnation de tout l'organe par le rhumatisme, et combien il faut faire bon marché ici de la mécanique cardiaque isolée.

Plusieurs autres chapitres méritent d'être mentionnés comme ayant un caractère de réelle originalité : cœur et hystérie, dégénérescence graisseuse et électrisation du cœur, angio-sclérose, etc.

Le chapitre du traitement est surtout une étude consciencieuse et pratique de la digitale : les autres médicaments cardiaques, si nombreux depuis quelques années, et pour lesquels beaucoup de praticiens tendent à abandonner la digitale, ne sont admis par l'auteur que d'une façon très secondaire.

Une troisième partie résume la partie touffue du volume, et schématise en quelque sorte les descriptions causées et entremêlées d'observations, dont nous avons indiqué le caractère complexe : c'est le tableau diagnostique des maladies du cœur.

Tout ce livre, nous le répétons, est écrit d'un style familier et se lit très facilement : M. Duroziez a bien fait de réunir ainsi ses nombreux travaux disséminés dans diverses publications ; leur ensemble constitue un tout d'intérêt réel et d'une utilité pratique incontestable.

D^r RAY, DURAND-FARDEL.

Trousseau (D^r). — Guide pratique pour le choix des lunettes (Prix : 1 fr. 50). Société d'édition, 4, rue Antoine-Dubois, Paris, 1891.

Comme le D^r Trousseau le dit lui-même dans sa préface, son petit guide en 80 pages ne contient aucune considération théorique : il est exclusivement pratique. Cependant il paraît difficile qu'un étudiant ou un médecin puisse trouver dans ce court résumé les notions nécessaires à l'examen des yeux et à la correction des diverses amétropies. Cette tâche sera encore rendue plus difficile par un certain nombre de lapsus ou plutôt d'erreurs typographiques qui pourraient induire en erreur les personnes peu habituées à l'étude de la vision. Ainsi il est dit page 38 qu'en enlevant le cristallin on ne rend l'œil hypermétrope qu'au cas très rare où la myopie dépasserait 11 D ; c'est évidemment le contraire que le D^r Trousseau a voulu dire. De même plusieurs passages clairs pour celui qui sait, seront lus difficilement par tout le monde. Aussi pensons-nous que cette petite brochure devra plutôt servir d'aide-mémoire au médecin qui a su, mais auquel la mémoire peut faire défaut par suite d'un manque d'habitude de ce genre de question ; à cet égard elle rendra de réels services.

D^r G. WEISS.

Straus et N. Gamaleia. — Recherches expérimentales sur la tuberculose. La tuberculose humaine. Sa distinction de la tuberculose des oiseaux. — Arch. de méd. experim. et d'anat. pathol., Paris, juillet 1891. T. III, p. 457.

MM. Straus et Gamaleia donnent dans ce mémoire le résultat d'une étude qu'ils ont faite aussi complète que possible du bacille de la tuberculose humaine et de celui de la tuberculose aviaire, différents l'un de l'autre par leurs effets, ainsi que cela a été établi récemment par Rivolta, Maffucci, Koch, Cadiot, Gilbert et Roger. Semblables pour la forme et pour la réaction à l'égard des matières colorantes, les bacilles de ces deux variétés de tuberculose se distinguent déjà par l'aspect de leurs cultures sur milieux solides. Tandis que les cultures de tuberculose humaine sur le sérum, sur la gélose glycinée, sont sèches, écailleuses ou verruqueuses, ternes et dures, celles de l'aviaire sont humides,

grasses, plissées et molles. Le bacille humain ne se développe pas à 43° ; l'aviaire pousse rapidement et abondamment à cette température.

Leurs effets pathogènes sont différents : le chien jouit d'une immunité très grande à l'égard de la tuberculose aviaire ; il est facile de lui communiquer la tuberculose humaine. La poule, au contraire, absolument réfractaire à la tuberculose humaine, succombe régulièrement à l'inoculation de la tuberculose aviaire.

Chez les animaux, tels que le lapin, le cobaye, offrant de la réceptivité pour les deux bacilles, les effets de l'inoculation sont différents : le bacille humain provoque constamment chez ces animaux l'apparition de tubercules dans le poumon, la rate et le foie. Le bacille aviaire les tue sans lésion apparente dans les organes internes.

L'emploi des milieux glycinés ne modifie pas les propriétés pathogènes des deux bacilles.

D^r Henri HARTMANN.

Ch. Carrière. Etude sur la purification des eaux courantes. — Transactions of the American Society of civil Engineers, 1891, p. 21.

L'assainissement spontané des fleuves a déjà été observé par un grand nombre d'hygiénistes : les études sur la purification de l'Isar à sa sortie de Munich, où il reçoit toutes les immondices, de la Vupper après son passage à Elberfeld, de la Seine enfin, si contaminée par les déjections de Paris, sont classiques. Il est néanmoins très difficile de déterminer le parcours nécessaire dans chaque cas à cette purification, tant sont peuplées les rives de ces fleuves. Le D^r Carrière a pu entreprendre quelques recherches à ce sujet dans des circonstances plus favorables : il a étudié à ce point de vue certains fleuves américains des régions encore peu habitées du Far-West. Ces rivières, polluées par les agglomérations humaines, coulent ensuite pendant plusieurs milles sans être exposées à de nouvelles sources de contamination. Il était donc plus facile d'éliminer les causes d'erreur et d'observer avec plus de précision les variations de la richesse bactériologique des cours d'eau. Malheureusement les observations, comme l'ont fait remarquer quelques membres de la Société des ingénieurs civils dans la discussion qui a suivi ce Mémoire, ne sont pas suffisamment nombreuses ; quelques-unes même sont en contradiction avec les conclusions de l'auteur. Pour le D^r Carrière, les eaux courantes possèdent un pouvoir de purification très net, et cette action est constatée par la diminution du nombre des bactéries dans les échantillons d'eau pris à différentes distances du point de contamination. Quant à la distance où cette purification est suffisante, elle est naturellement très variable ; dix milles suffiraient, d'après certaines observations, alors que dans d'autres cas l'eau serait encore très polluée après une course de trente milles ; mais la méthode d'énumération des colonies est insuffisante ; il importe avant tout de savoir ce que deviennent les bactéries pathogènes, le sort des autres intéressant peu les hygiénistes. M. Carrière suppose que ces bactéries pathogènes perdent une partie de leur virulence ou sont tellement diluées que leur petit nombre dans une certaine quantité d'eau les rend inoffensives. Ces suppositions acceptables ne sont appuyées par aucun fait précis.

Quant au mécanisme de l'assainissement, il est des plus complexes : action des algues et des micro-organismes non pathogènes, phénomènes d'oxydation, dépôt de bacilles aux points morts. Ce sont là des causes déjà connues et généralement admises. Dans la discussion, on a rappelé le rôle que le D^r Sorby accorde aux organismes plus élevés, tels que les Infusoires et les Entomostracés, dans l'assainissement des cours d'eau, les agents animés jouant, selon lui, un rôle beaucoup plus important que les processus chimiques.

L. O.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

(La plupart des Académies et Sociétés savantes, dont la Revue analyse ordinairement les travaux, sont actuellement en vacances.)

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 14 septembre.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Le Cadet : Observations de la comète Wolf, 1884 III, faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Lyon.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Faye résume la discussion qui s'est élevée récemment entre M. Hann et M. Ferrel au sujet de la théorie des cyclones. M. Hann, s'appuyant sur une nombreuse série d'observations de température dans les montagnes, avait démontré que la variation de la température atmosphérique suivant la verticale ne peut pas être la condition première des cyclones comme l'admet la théorie de la convection. M. Ferrel, partisan de cette théorie, discute la valeur des observations de M. Hann et celui-ci présente leur défense. M. H. Faye fait remarquer à quelles difficultés se heurte maintenant la théorie de la convection, qu'il combat depuis longtemps. — M. Paquelin présente un foyer formé de fils de platine demeurant incandescent au milieu de l'eau. Le dispositif de ce foyer, qui a donné à l'auteur les meilleurs résultats, consiste en une bande de toile de platine, enroulée sur elle-même en forme de cylindre plein et encastrée dans une cupule de même métal à tige creuse. On chasse dans ce foyer un mélange gazeux d'air et de vapeurs hydrocarbonées en proportions convenables. On enflamme le mélange ; la flamme disparaît bientôt comme absorbée par le platine et le foyer devient incandescent. Lorsque le gaz y est projeté sous la pression produite par la poire de Richardson, ce foyer prend un éclat comparable à celui de la lumière électrique ; il peut être plongé dans l'eau sans cesser d'être lumineux.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. A. Rommier rapporte l'observation suivante d'un viticulteur du Bordelais. M. H. de Meynot, Deux vignobles, situés l'un à Saint-Emilion, l'autre dans la Dordogne, donnent normalement des vins très différents, celui de la Dordogne étant de qualité inférieure ; mais si les raisins de ce dernier sont transportés à Saint-Emilion et foulés dans une cuve ayant contenu de ce vin, ils donnent un vin semblable au Saint-Emilion ; il en est de même si les cuvées de la Dordogne sont semencées avec une petite proportion du moût de Saint-Emilion. — M. Manpas a pu déterminer, pour l'*Hydatina senta*, une condition de milieu dont l'action sur les générateurs détermine la sexualité des produits. On sait que, dans cette espèce, certaines mères pondent exclusivement des œufs mâles, d'autres exclusivement des œufs femelles. Or, en faisant varier la température du milieu où s'engendre l'œuf dont sortira la femelle, on obtient à volonté des pondueuses de mâles ou des pondueuses de femelles. Les œufs développés entre 26° et 28° C. donnent des pondueuses de mâles ; ceux développés entre 14° et 15° C. donnent des pondueuses de femelles. — M. A. Chatin a étudié les truffes blanches de Syrie connues sous le nom de *Kammé* ; il les détermine comme une espèce nouvelle de *Terfezia* le *T. Claveryi*, du nom du Directeur du Commerce aux Affaires étrangères, qui a procuré les matériaux de son travail à M. Chatin.

Mémoires présentés. — M. S. Philippidis adresse un mémoire sur la sericulture dans la région de Brousse. — M. F. Quénisset adresse une observation de Jupiter pendant le passage du troisième satellite devant la planète. — M. Rollet adresse une note relative à la théorie des polyèdres. — M. A. Maury adresse une

note relative à un projet de modification du théodolite pour la mesure des angles avec une grande approximation.

Séance du 21 septembre.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. F. Sy : Observations de la nouvelle planète Charlois (28 août) faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire d'Alger. — M. G. Le Cadet : Observations de la comète Wolf (1884 e III) faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Lyon. — M. J. J. Landerer : Sur l'éclipse partielle du premier satellite de Jupiter par l'ombre du second. — M. Mouchez présente le deuxième volume du Catalogue de l'Observatoire de Paris ; les observations nécessaires pour le Catalogue entier sont à peu près terminées ; c'est le manque de calculateurs qui retarde la publication des deux derniers volumes. — M. Mouchez présente à l'Académie la première partie des « Observations des nébuleuses et d'amas stellaires » de M. G. Bigourdan ; cet astronome s'est proposé de mesurer avec précision toutes les nébuleuses observables à Paris ; un assez petit nombre l'avait été jusqu'ici malgré de nombreux travaux sur ce sujet ; grâce à une méthode nouvelle, M. Bigourdan a pu en sept années effectuer une partie considérable de sa tâche aujourd'hui avancée plus qu'à moitié.

2^o SCIENCES NATURELLES. — M. Chauveau s'est posé la question de savoir si, dans le phénomène de Feschner (sensation chromatique subjective dans les deux yeux succédant à l'excitation d'un seul œil par une lumière colorée, l'œil excité percevant la complémentaire de la couleur excitatrice, l'autre œil cette couleur même), il s'agit d'une illusion de notre jugement ou bien de la transmission de l'excitation d'un centre perceptif au centre synétique. Appliquant à l'analyse de ce phénomène le dispositif employé pour ses expériences récentes sur la fusion des couleurs au moyen du stéréoscope, et opérant sur ces couleurs subjectives comme sur des couleurs objectives, il conclut des faits observés qu'il s'agit bien de la diffusion de l'excitation d'un des deux centres à l'autre. — M. Ch. Brongniart : Les métamorphoses des criquets pèlerins (*Acridium peregrinum*). L'auteur a observé, entre autres choses, que, lors de la dernière métamorphose, le corps du criquet est rouge violacé. Plus tard, il devient jaune en passant par des couleurs intermédiaires. L'auteur conclut que la couleur des insectes, lors de l'invasion, peut fournir des indications utiles sur la situation de leur point d'origine. — M. L. Daniel a fait de nombreux essais de greffe sur les parties souterraines (racines et tubercules) de plantes voisines ou éloignées de l'espèce ayant fourni le greffon ; il a obtenu des résultats positifs et des résultats négatifs dans l'un comme dans l'autre cas. De l'examen de ces divers cas, il conclut que la condition capitale pour la réussite d'une greffe consiste dans la possibilité du passage direct des réserves nutritives d'une plante dans l'autre.

Mémoires présentés. — MM. P. Ribard, E. Suarès, Ravet-Dumesnil adressent des communications relatives à divers dispositifs destinés à prévenir les rencontres des trains de chemin de fer. — M. A. P. Marty adresse une communication relative à un traitement des maladies parasitaires de la vigne et des plantes en général. — M. Millot-Carpentier : De la galvano-tuberculose ; méthode pour obtenir la destruction du bacille de Koch et des autres éléments microbiens pathogènes dans les tissus. L. LAPICQUE.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 8 septembre

M. Charpentier : Néphrite infectieuse puerpérale. Le début de l'albuminurie a été très insidieux; elle n'a apparu que 44 jours après l'accouchement. Il y a eu des frissons répétés sans accidents locaux du côté de l'utérus et des annexes. La température a présenté de grandes oscillations (33° , 6 à 41°). Le pouls a oscillé entre 100 et 120 pulsations. Quant aux urines, elle ne sont devenues franchement albuminuriques que 33 jours après le début des accidents. La dyspnée existait longtemps avant que l'urine présentât de l'albumine. — Discussion sur la race juive et sa pathologie, à laquelle prennent part MM. Worms, Lagneau, Javal, G. Sée.

Séance du 15 septembre

M. Hardy : Discussion sur la pathologie de la race juive. — M. Hérard : Rapport sur un mémoire de M. le Dr Nadaud intitulé : Du traitement de la tuberculose pulmonaire par les injections hypodermiques d'aristol.

Séance du 22 septembre.

M. Cadet de Gassicourt lit un rapport sur le concours pour le Prix de la fondation Monbime en 1891. — M. Charpentier : Rapport sur un cas d'amnésie post-éclampsique, publié par le Dr Bidoz (de Marseille). — M. le Dr Duret (de Lille) : De la diplopie monoculaire comme symptôme cérébral. — M. le Dr Guérmonprez (de Lille) : 1° Une nouvelle observation d'hystérectomie abdominale totale; 2° Hémostase préventive de la carotide externe au moyen de la compression élastique.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 26 septembre 1891.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. A. C. Oudemans annonce que la troisième partie de son travail « Die Triangulation von Java ».

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. P. N. Franchimont annonce que M. C. A. Lobny de Bruyn s'est occupé de la préparation et de l'examen des propriétés d'une matière nouvelle, l'hydroxylamine. Il fait circuler un petit flacon rempli de cette substance, en beaux cristaux, sans couleur ni odeur, obtenue en décomposant la solution méthylalcoolique du chlorhydrate d'hydroxylamine à l'aide du méthylate de sodium et en distillant et fractionnant le résultat dans le vide. La pureté de l'échantillon est $99,6\%$; la substance entre en fusion à $31^{\circ},5$ et, sous une pression de 35 mm , elle distille à 60° ou 61° . — M. E. Mulder présente un mémoire « sur une substance composée, déduite de l'acide tartrique ».

3° SCIENCES NATURELLES. — M. H. Behrens annonce qu'à l'aide d'un microscope à grossissement considérable et à éclairage convenable il a pu mettre en évidence le réseau d'acier trempé sur des plaques polies sans gravure préalable à l'eau forte et sans se servir des couleurs de recuit. Les courbes serpentineuses foncées doivent être attribuées au polissage fort et correspondent aux courbes claires du réseau obtenu à l'aide de la gravure par MM. Sorby et Wedding; il démontre que l'acier trempé est un mélange intime de fer doux et de grains durs et irréguliers d'un carbure. Quelques variétés de fonte grise à grains fins se prêtent à la trempe tout aussi bien que l'acier. Le métal trempé montre des cristallites rectangulaires. Par la gravure à l'eau forte les globulites brunissent et le réseau reste clair. Le graphite a disparu à quelques lamelles près. Quand on radoucit le métal, une grande quantité de poussière noire se dépose autour des globulites. Donc, au lieu de la décomposition en fer et en carbure dur de fonte blanche supposée par M. Sorby, il se montre une dé-

composition en fer et en carbone libre. — M. A. A. W. Hubrecht présente son mémoire « The development of the germinal layers of *Sorex vulgaris* ». — M. M. Weber présente le premier fascicule du tome second de son travail « Zoologische Ergebnisse einer Reise in Niederländisch-Ost-Indien ». — M. J. M. van Bemmelen montre des cartes géologiques, qui font connaître les résultats des travaux de MM. J. L. C. Schroeder van der Kolk et H. van Capelle.

4° SCIENCES MÉDICALES. — M. B. J. Stokvis lit un éloge de Bouders, le réformateur de l'ophtalmologie, qui était membre de l'Académie dès 1833, jusqu'à sa mort en 1889, et occupait la présidence de la section des sciences exactes de 1865 à 1883. — M. Th. W. Engelmann fait connaître le résultat des expériences de M. G. Gryn's concernant une fonction centrifugale du nerf optique. Ces expériences démontrent incontestablement que les fibres épaisses de ce nerf transportent des excitations lumineuses ou chimiques de l'un des deux yeux à la rétine de l'autre, ce qui se trahit par un clignement des courants électriques constatés par M. Holmgren. — M. Engelmann présente ensuite un mémoire de M. H. J. Hamburger sur l'influence de la respiration sur la perméabilité des globules du sang. — MM. Engelmann et C. A. Pekelharung sont nommés rapporteurs. — M. Stokvis présente son travail « Voordrachten over genesmiddeleer. »

SCHOUTE,
Membre de l'Académie.

ACADÉMIE DES SCIENCES
DE SAINT-PÉTERSBOURG

Depuis le dernier compte-rendu de ses séances, l'Académie a reçu les communications suivantes :

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Backlund présente un mémoire intitulé : *Éléments et éphémérides de la comète d'Encke pour l'année 1891*. — M. Bredikhin lit une note sur les radiants des *Andromérides*, dans laquelle il recherche, d'après les observations faites dans ces derniers temps en Italie, les propriétés du courant des météores de la comète de Biela. Il insiste notamment sur la forme de la surface de la radiation et sur la durée du phénomène; suivant lui, tous ces faits concordent avec son hypothèse de l'origine des étoiles filantes. L'existence de deux courants, — l'un, connu depuis la fin du siècle dernier, l'autre ayant apparu il y a une trentaine d'années, — peut être ainsi aisément expliquée. Dans les flots qui ont formé le premier courant, la vitesse initiale était telle, que le temps de la rotation de la partie principale de ce courant était plus grand que celui de la rotation de la comète; l'excédent de vitesse était tel que les orbites des météores du courant n'ont pas subi de trop grandes perturbations par suite de l'action de Jupiter; cette planète a, au contraire, beaucoup influencé la position de l'orbite de la comète. Le deuxième courant fit son apparition après que l'orbite de la comète eut pris sa nouvelle position, et ses éléments diffèrent de ceux du premier courant autant que la nouvelle position de l'orbite diffère de l'ancienne.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. Wild présente pour la publication dans le *Repertorium für Meteorologie* de l'Académie, la note de M. E. Berg : *Sur la fréquence et la distribution géographique des fortes pluies dans la Russie d'Europe*. En se servant des observations faites pendant la période quinquennale (1886-90) dans toutes les stations pluviométriques de la Russie, M. Berg cherche à déterminer la périodicité et la distribution des averse pendant lesquelles il est tombé plus de 40 mm d'eau en 24 heures. Voici les résultats auxquels l'ont conduit ses recherches : 1° La périodicité des averse est sujette à des variations notables d'année en année. 2° Elle dépend de la topographie du pays, surtout en ce qui concerne la position plus ou moins continentale des localités. 3° La périodicité la plus marquée a été ob-

servée sur la côte sud-est de la Crimée et vers la frontière sud-ouest de l'Empire. Une périodicité un peu moins accentuée a été remarquée dans toute la zone qui s'étend à l'est du Dniéper, à travers Smolensk, vers le Nord. Dans le reste de l'Empire, la fréquence des averse est trop peu notable pour donner lieu à une périodicité. 4° Les averse paraissent augmenter d'intensité en allant du nord-est au sud-ouest. 5° La limite nord de la zone où l'on a constaté des averse de plus de 100^{mm} d'eau tombée par 24 heures se trouve dans la Russie centrale, au voisinage de la province ou gouvernement de Moscou. 6° Sauf dans le sud-est, la fréquence des averse se répartit ainsi, suivant les saisons : très grande en été, moindre au printemps qu'en automne. 7° La durée des averse pendant la période annuelle présente son minimum dans le nord-est de l'Empire. Elle augmente à mesure que l'on s'avance vers le sud-ouest et atteint son maximum dans les provinces du sud-ouest où, dans tous les mois, sauf en février, on a pu observer des quantités d'eau tombée dépassant 40^{mm} par 24 heures. 8° En général, les averse sont limitées comme étendue ; cependant, on en a remarqué souvent simultanément sur des espaces considérables. 9° Les averse répandues ainsi sur des grands espaces sont toujours en connexion avec les dépressions barométriques ; sur la carte, la zone de la fréquence maxima des averse se présente toujours comme une mince bande entourant l'aire de la dépression. 10° Les grandes averse observées sur des espaces étendus sont surtout fréquentes en juillet et août. Le mémoire original de M. Berg sera accompagné d'une carte.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. Famintsin communique le projet d'un *Rapport sur les progrès de la Botanique en Russie pendant l'année 1890*. En imitant l'exemple donné par la Société russe de chimie qui publie des rapports annuels, traduits presque aussitôt en allemand à Berlin, le savant académicien pense que son rapport, le premier de ce genre pour les sciences naturelles, sera bien accueilli par tous les savants russes qui pourront ainsi se tenir au courant des travaux de leurs compatriotes et faire connaître leurs découvertes à l'étranger. La plus grande partie du rapport est déjà achevée par M. Famintsin en collaboration avec MM. Kouznetsoff et Ivanovski ; elle contient les analyses d'un grand nombre de travaux botaniques. D'après une décision spéciale de l'Académie, le Rapport sera publié en un volume à part. — M. Strauch présente, pour la publication dans le *Bulletin* de l'Académie, une note sur les espèces de lézards du genre *Stellio*, contenant, outre l'étude critique des espèces conservées au musée de l'Académie, la description d'une espèce nouvelle : *Stellio Lehmanni*. Ce lézard a été découvert vers 1840 par le Dr Lehmann, dans les montagnes d'Oalyk-Taou ; d'autres exemplaires (plus d'une vingtaine) ont été envoyés depuis par les voyageurs zoologistes russes qui ont traversé le Turkestan : MM. Kouchakévitch, Roussoff, Regel et Lidski. — MM. Shrenck, Strauch et Pleske présentent le travail de M. E. Bichner, conservateur du Musée zoologique de l'Académie, intitulé : *Sur les dessins de la Rhytine (Rhytina Gigas Zimm.)*, surtout d'après les matériaux trouvés dans les manuscrits de la Bibliothèque privée de Sa Majesté l'Empereur, à Tsarskoïe Selo. Les manuscrits en question sont ceux de Sven Vaksel, relatifs à la deuxième expédition de Behring, dans la presqu'île de Kamchatka. Ignorés jusqu'à présent, ces manuscrits renferment des dessins originaux, d'après nature, de l'animal disparu. Après avoir fait une analyse critique de tous les renseignements que l'on possède actuellement sur les dessins originaux de la Rhytine découverte par Steller, et après les avoir comparés à ceux que l'on trouve dans les manuscrits de Tsarskoïe Selo, M. Bichner arrive à cette conclusion, que toutes les images connues jusqu'à présent ne sont que des copies plus ou moins réussies de celles que Vaksel avait dessinées lui-même, ou bien qu'il avait fait faire à différentes époques. Les dessins qui accompagnent le journal de

voyage manuscrit de Vaksel, frappent par leur exécution artistique et par la vérité dans les détails. La trouvaille de M. Bichner est certainement une bonne acquisition pour la science, surtout si l'on ajoute que les notes manuscrites de Vaksel donnent la description détaillée de l'extérieur de la Rhytine et fournissent des détails sur le genre de vie de cet animal, disparu il y a déjà un siècle. Le travail de M. Bichner sera publié dans les « Mémoires » de l'Académie avec la reproduction phototypique des dessins originaux de Vaksel. — M. Pleske lit le rapport sur l'ouvrage de M. A. Nikolsky, relatif à la faune des Vertébrés de la Crimée. Ce travail est un résumé critique de tout ce que l'on sait, soit d'après les mémoires publiés, soit d'après les collections, sur les Vertébrés de la Tauride. Dans la partie générale de son mémoire, l'auteur pose différentes questions relatives à la faune de la Crimée, montre la distribution géographique des Vertébrés dans cette contrée, suivant les saisons de l'année, et explique les rapports que présente cette faune avec celles des pays adjacents. Le travail de M. Nikolsky sera publié comme supplément aux Mémoires de l'Académie. — M. Strauch lit la note de M. Zaroudnyi sur une nouvelle variété de faisan : *Phasianus principalis, Delat. var. Klossowskii Turn.*, trouvée dans le Turkestan. M. Khrouchtchouf donne la description d'une roche spéciale des monts Taïmyr, rapportée par l'expédition dirigée par le membre de l'Académie, M. A. Th. Middendorf. Cette roche, composée exclusivement de sanidine et de nauséane, présente une structure granitoïde. M. Khrouchtchouf propose de lui donner le nom de *Taïmyrit*, d'après le lieu de son gisement. — M. Karpinsky fait une communication sur la structure de la chaîne de montagnes qui s'étend au nord des monts *Imenskiia* (dans l'Oural), et qui forme avec ces derniers un tout au point de vue orographique, aussi bien qu'au point de vue géologique. La structure pétrographique de cette chaîne est beaucoup plus homogène que celle de l'Oural central. Parmi les roches dominantes, la plus remarquable est une syénite nefelitique (*niaski*), trouvée tout d'abord dans les monts *Imenskiia*, puis dans leur prolongement septentrional, près du lac de *Balk*, dans le mont *Sobatchia* et dans les collines *Vichniovoria*. Dans une autre communication, le savant académicien fait connaître les meilleures méthodes de la détermination quantitative directe de la silice ; ces méthodes sont au nombre de deux : 1° celle proposée par lui-même encore en 1871, et qui consiste à traiter la substance examinée par l'acide sulfurique concentré, dans un tube clos, à une température élevée et sous une haute pression ; 2° la méthode de Brønner ou le traitement par l'acide hydro-fluo-silicique, qui donne de bons résultats, malgré toutes les objections que l'on ait formulées dans ces derniers temps. En terminant, M. Karpinsky montre à l'assemblée un remarquable échantillon d'opale trouvé dans le district d'Ekatérinbourg (Oural) et que l'on pourrait prendre, d'après son aspect extérieur, pour de l'obsidienne.

Séance du 10 septembre 1891.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. le Secrétaire de l'Académie lit la communication de M. Bredikhin, déposée sous pli cacheté, par ce dernier le 15 juillet dernier. Elle se rapporte aux courants météoriques. Voici le résumé de cette communication faite par l'auteur lui-même : « Je considère comme un couronnement essentiel de ma théorie de l'origine des étoiles filantes, l'explication (basée sur les données de cette théorie) de la durée toujours plus ou moins grande des courants météoriques. Ainsi les Perséides tombent pendant plus d'une quinzaine de jours, etc. Cette durée est étroitement liée aux dimensions du plan de radiation. Les orbites des météores qui sont projetés de la comète au dehors dans un moment donné et sur un point donné, près de l'un des nœuds de l'orbite de la comète, se réunissent en un nœud précisément dans

ce point. Quant aux autres nœuds de ces orbites à dimensions diverses, ils se réunissent dans le plan de l'écliptique (et de l'orbite de la comète); cette réunion n'a pas lieu cependant dans un point, mais le long d'une ligne droite allant du Soleil vers l'autre nœud de l'orbite de la comète. (Voyez mon mémoire : *Sur les propriétés importantes des courants météoriques*.) Les distances entre ces nœuds et le Soleil correspondent aux différences du temps de rotation; elles présentent, dans certaines conditions, toutes les quantités possibles depuis les unités (l'unité est ici la distance du Soleil à la Terre) jusqu'aux dizaines et centaines des unités. Les grandes planètes : Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune, se rapprochent périodiquement de cette ligne des nœuds, chacune après sa rotation complète; elles produisent de grandes perturbations dans les orbites des météores qui passent en même temps qu'elles à travers la ligne des nœuds et dont les rayons vecteurs ne présentent pas de grandes différences avec les rayons vecteurs des planètes. Dans le courant des Perséides les orbites des météores s'unissent en un faisceau, près du nœud descendant de l'orbite de la comète, par 317° de longitude; les autres nœuds se trouvent sur la ligne allant du Soleil vers la longitude 137°. Jupiter passait près de cette ligne dans les années 1884.85, 1872.98, 1861.12, c'est-à-dire dans les intervalles de 11.86 d'année. Les passages de Saturne par la même orbite s'effectuent tous les 29 ans, ceux d'Uranus tous les 84 ans, ceux de Neptune tous les 164 ans, etc.

Jupiter a produit de grandes perturbations dans les orbites des météores dont le rayon vecteur aux environs de la ligne des nœuds ne différait que peu de 5.2. Parmi les éléments de perturbation, les plus intéressants sont ceux de la longueur du nœud et de la modification de l'inclinaison, car on peut les déterminer directement d'après les observations des météores. Si, par suite des différences dans les perturbations des orbites du courant, produites par différentes planètes, les nœuds des orbites s'écartent l'un de l'autre de quelques degrés, la visibilité du courant se trouve prolongée d'autant de journées de 24 heures. La position de l'orbite de la comète (d'après le nœud et l'inclinaison) sera également modifiée, seulement à un moindre degré, par suite de perturbations subies par la comète elle-même; ainsi la position de l'orbite de la comète 1862, III entre ses météores, a été sensiblement modifiée par l'action d'Uranus en l'an 129. Tout ce qui vient d'être dit sur les Perséides peut s'appliquer dans ses traits généraux aux autres courants météoriques, sauf un léger changement dans les détails, c'est-à-dire dans les nombres. » Le mémoire détaillé de M. Breddikin sera bientôt présenté à l'Académie.

2° SCIENCES NATURELLES. — M. Faminisin présente une note de M. Kouznetsof accompagnée d'une planche et portant le titre : *Sur les nouvelles Gentianées asiatiques*.

O. BACKLUND,
Membre de l'Académie.

CHRONIQUE

LE CONGRÈS ASTRONOMIQUE DE MUNICH

La Société astronomique internationale, qui se réunit tous les deux ans et qui compte aujourd'hui 318 membres, a tenu à Munich sa 14^e assemblée. La première séance a eu lieu le 5 août dernier sous la présidence de M. Gylgén, directeur de l'Observatoire de Stockholm.

C'est principalement sous l'impulsion de cette société qu'a été entrepris le travail grandiose, conçu par Argelander, d'observer avec précision toutes les étoiles jusqu'à la 9^e grandeur inclusivement : dans la séance du 5 août il a été rendu compte de l'état d'avancement de ce travail, aujourd'hui presque terminé, et auquel ont pris part un grand nombre d'Observatoires des divers pays.

Cette Société surveille aussi la détermination des orbites des comètes, et le Prof. Weiss, directeur de l'Observatoire de Vienne, a émis le vœu qu'un Bureau spécial fût chargé de ces calculs.

Après avoir entendu diverses communications sur des sujets très spéciaux, et décidé que la prochaine réunion se tiendrait dans deux ans à Utrecht, on s'est occupé enfin des petites planètes, dont les observations et les calculs constituent pour l'astronomie actuelle une charge extrêmement lourde, mais que l'on ne peut songer à négliger, car on tomberait aussitôt dans un inextricable désordre. D'ailleurs, ainsi que nous avons eu l'occasion de le dire ici (*Revue*, T. I, p. 177) ces astres nous ont révélé des faits intéressants et peuvent rendre encore d'importants services.

La Société astronomique a nommé une Commission pour l'étude de cette question et on décidera sans doute que dans chaque pays on calcule les planètes qui y ont été découvertes. Or il a été découvert en France près de 100 de ces astéroïdes. Le personnel des Observatoires français serait insuffisant pour un tel

labeur; mais il sera sans doute secondé par des amateurs astronomes de bonne volonté qui auraient là un champ tout à fait propre pour exercer leur activité. Ces amateurs seraient sûrs de trouver auprès du personnel des Observatoires tous les renseignements qui leur seraient utiles, et d'ailleurs il existe une traduction française récente d'un ouvrage qui leur rendrait ce travail bien facile¹.

Tant au point de vue des calculs qu'à celui des observations, ce commerce des amateurs sérieux avec le personnel des Observatoires pourrait devenir des plus féconds et permettrait d'utiliser des forces importantes, aujourd'hui infructueuses faute de direction sérieuse.

G. BIGOURDAN,
Astronome adjoint à l'Observatoire de Paris.

Erratum. — La revue annuelle de géologie, publiée dans le dernier numéro de la *Revue* (p. 609 à 616), a été faite par M. Léon Carez; une coquille ayant estropié la première lettre du prénom de notre collaborateur, nous nous empressons de la rectifier.

¹ Nous voulons parler du *Traité de la détermination des orbites des Comètes et des Planètes* d'Oppolzer, traduit récemment en français par M. E. Pasquier, professeur d'astronomie à l'Université de Louvain. Cette traduction, plus correcte encore que la dernière édition de l'ouvrage original, a été dès son apparition jugée très favorablement par tous les journaux astronomiques; à chaque pas la théorie est éclaircie par des exemples ou rien n'est omis et qui indique même la disposition à donner aux calculs. Un appendice résume les formules à employer dans la pratique et dispense de recourir chaque fois au texte de la démonstration. L'ouvrage se termine par des tables numériques très étendues, d'une rare correction et qui abrègent beaucoup le calcul des orbites.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

L'ÉPUISEMENT DES TERRES PAR LA CULTURE SANS ENGRAIS

ACIDE PHOSPHORIQUE

Depuis 1875, époque à laquelle a été dessiné le champ d'expériences de l'École de Grignon, j'ai cultivé quelques parcelles sans leur fournir d'engrais pour savoir après combien d'années elles manifesteraient des signes non équivoques d'épuisement.

Dès 1887, cet épuisement devint sensible : tandis qu'on obtenait 40.000 kilos de betteraves à sucre environ sur des parcelles maintenues en bon état de fumure, les rendements tombaient, sur les parcelles restées depuis douze ans sans engrais, à 10 et à 13.000 kilos de racines à l'hectare.

Quels étaient les éléments disparus dont l'absence se faisait si cruellement sentir ? C'est là le point qu'il fallait éclaircir.

Les dosages d'azote accusaient encore dans le sol : 1^{er}5 environ par kilo, quantité très suffisante, d'autant plus qu'en étudiant les eaux de drainage écoulées de ces parcelles, on y trouvait une quantité notable de nitrates, supérieure à celle qui est nécessaire pour alimenter d'abondantes récoltes.

Les dosages du carbone des matières organiques montrèrent au contraire une diminution très considérable de l'humus, en même temps que l'examen des eaux de drainage indiquait que la matière organique restante était très différente de celle qu'on trouvait dans les terres en bon état de fumure. Celles-ci laissent écouler des eaux ambrées, tandis que les terres épuisées fournissent des eaux incolores ne renfermant pas de matière organique.

L'humus disparaît donc assez vite d'une terre

cultivée sans engrais, et l'on conçoit qu'il en soit ainsi ; la terre est peuplée d'une multitude d'insectes, de microorganismes qui brûlent la matière organique et fournissent les quantités notables d'acide carbonique que décèle l'analyse de l'air confiné dans la terre arable.

1

Je ne veux pas cependant insister sur ce point aujourd'hui, mais attirer l'attention sur un autre élément de fertilité, sur l'acide phosphorique. Il est inutile, dans une *Revue* qui s'adresse à un public d'une instruction très étendue, d'insister sur l'utilité agricole de l'acide phosphorique : le mot qu'a inséré Th. de Saussure dans ses admirables *Recherches chimiques sur la végétation*, écrites au commencement du siècle, reste absolument juste : « J'ai trouvé le phosphate de chaux dans les cendres de toutes les plantes que j'ai examinées et il n'y a aucune raison de supposer qu'elles puissent exister sans lui. » Il était donc naturel, en voyant les récoltes diminuer sur les parcelles sans engrais, de rechercher si elles renfermaient encore une quantité suffisante d'acide phosphorique.

Les terres du champ d'expériences de Grignon maintenues en bon état de fertilité renferment de 1^{er}5 à 1^{er}2 d'acide phosphorique par kilogramme, et, contrairement à ce qui arrive pour les nitrates qui sont entraînés par les eaux de drainage, les phosphates ne s'y rencontrent qu'en proportions insignifiantes ; il n'y avait donc d'autres

dépêrditions à craindre que les prélèvements des récoltes et ceux-ci sont en général trop faibles pour qu'on pût supposer *a priori* qu'ils eussent soustrait au stock énorme d'acide phosphorique, que renfermait le sol de Grignon, une quantité suffisante pour amener la stérilité. Ce fut donc un peu par acquit de conscience, qu'au printemps de 1889, un peu tardivement peut-être, je mis sur un trèfle qui garnissait les parcelles épuisées, une faible dose de 200 kilos à l'hectare de superphosphates; l'effet ne fut pas bien sensible et je n'y pensais plus, quand, en 1890, le blé qui succéda au trèfle se montra infiniment plus beau, plus fort sur les parcelles qui avaient reçu le superphosphate l'année précédente que sur celles qui en avaient été privées : les parcelles phosphatées donnèrent la valeur de 22 quintaux de grains à l'hectare, rendement médiocre montrant que le sol n'était pas en bon état, puisqu'on en obtient dans les années favorables de 30 à 40 quintaux, mais bien que faible, infiniment supérieur cependant aux 8 quintaux que donnaient les parcelles épuisées qui n'avaient pas reçu de superphosphates.

En 1891, de l'avoine fut semée sur une parcelle épuisée : sans phosphate, elle donna 28 quintaux métriques de grain à l'hectare ; sa voisine, pourvue de phosphate, en donna 30^{qu}, restant un peu inférieure aux autres terres en bon état, qui fournirent 36^{qu}.

Les faits précédents sont singuliers, et ils méritent une analyse attentive : je les résume dans le tableau suivant :

	TERRES ÉPUISÉES		BIEN FUMÉES
	sans phosphates	avec phosphates	
Blé. 1890 (grain à l'hect.)	8 qtm.	20 qtm.	30 qtm.
Avoine. 1891 (gr. à l'hect.)	28 qtm.	30 qtm.	36 qtm.

Il est visible, ce que l'on sait depuis longtemps, que le blé est beaucoup plus exigeant que l'avoine, et je n'y insiste pas; mais l'avoine, pas plus que le blé, ne peut se passer d'acide phosphorique, et il faut admettre qu'elle sait le prendre et l'utiliser dans une terre où, au contraire, le blé est impuissant à le saisir et souffre de son absence. Pour concevoir comment des différences semblables peuvent se produire, il est nécessaire de rappeler à quel état se trouve l'acide phosphorique dans la terre arable.

II

Nous avons aujourd'hui d'excellentes méthodes de dosage de l'acide phosphorique : on attaque la terre par l'acide azotique et un peu d'acide sulfurique si elle est très calcaire; on évapore lentement à sec pour détruire la matière organique; on re-

prend par de l'eau aiguisée d'acide azotique et, après une digestion de quelques heures, on filtre; on rapproche les eaux de lavage maintenues toujours acides par l'acide azotique, jusqu'à les amener à une vingtaine de centimètres cubes; on y ajoute du nitromolybdate d'ammoniaque qui donne un précipité jaune grenu se rassemblant très bien dans les liqueurs chaudes et renfermant tout l'acide phosphorique, tandis que toutes les bases restent en dissolution.

Le précipité ne présente pas une composition assez constante pour qu'on puisse le peser : on le redissout dans l'ammoniaque, on ajoute des sels de magnésium, on sépare le phosphate ammoniaco-magnésien par le filtre et on dose enfin, soit en pesant le phosphate de magnésium après calcination, soit à l'aide de liqueurs titrées d'urane; on trouve ainsi facilement l'acide phosphorique total contenu dans la terre analysée.

En employant ces méthodes, on dose de 3 à 4 millièmes d'acide phosphorique dans les sols de jardins, 2 et 3 millièmes dans les sols volcaniques, 2 millièmes dans les bonnes terres arables, et moins de 1 millième dans les terres pauvres.

Le sol du champ d'expériences, cultivé sans engrais, renferme 1 gramme environ d'acide phosphorique total; un hectare de 4000 tonnes en contiendrait donc 4000 kilos, et cependant cet hectare ne peut fournir à l'alimentation du blé, qui exige, pour 100 kilos de grain, environ 800 grammes d'acide phosphorique et pour 100 kilos de paille 220 grammes; les 8^{qu} de grain obtenu ont donc pris 6 k. 4 d'acide phosphorique et la paille correspondante 3, 5 ou environ 10 kilos; ainsi une très faible fraction de l'acide phosphorique total a été utilisé, et c'est seulement quand on a donné, avec les 200 kilos de superphosphates ajoutés, 32 kilos d'acide phosphorique au sol d'un hectare, que la récolte a pu s'élever à 22^{qu}, exigeant de 17 à 18 kilos pour le grain et 8 à 9 kilos pour la paille.

Il est visible que la plus grande partie de l'acide phosphorique, contenu dans la terre arable du champ d'expériences épuisé, s'y trouve à un état tel que les racines de blé ne peuvent pas s'en emparer, qu'il n'est pas assimilable; il n'en est plus ainsi dans le reste du champ qui est fumé régulièrement, car, sans addition directe d'acide phosphorique, on obtient les récoltes maxima, et habituellement les superphosphates n'exercent aucune action favorable.

L'acide phosphorique se rencontre donc dans la terre arable à deux états différents : il est engagé dans des combinaisons telles qu'il est utilisé par les végétaux; il se rencontre en outre sous une forme où il reste absolument inerte et inutilisable.

Pour distinguer ces deux formes, il importe de savoir comment se fait l'assimilation, de quelles matières les racines se saisissent.

Elles prennent : 1° des matières solubles dans l'eau, 2° des matières insolubles dans l'eau, mais solubles soit dans les liquides qui circulent dans la terre arable, soit dans les sucs légèrement acides qui imprègnent leurs tissus.

Le premier point ne mérite pas d'être discuté : on sait qu'il est possible de faire vivre des plantes enracinées dans des *dissolutions* nutritives, où elles acquièrent un développement normal ; on trouve en outre dans presque toutes les plantes des réserves, souvent considérables, de nitrates, qui ont été soustraites aux dissolutions contenues dans le sol.

Ce premier point n'a pas d'intérêt pour la question que nous abordons en ce moment : sans doute les phosphates alcalins sont solubles dans l'eau, mais ils sont retenus par les propriétés absorbantes des terres arables¹ et ne se rencontrent qu'en très minimes proportions soit dans les eaux qui circulent dans le sol, soit dans les eaux de drainage.

Ce n'est donc pas après dissolution dans l'eau pure, que les phosphates sont utilisés, mais seulement quand ils ont été arrachés au sol par des dissolvants plus énergiques, par l'eau aiguisée d'acide carbonique, ou encore par les sucs acides que sécrètent les racines. Ces sucs sont assez énergiques pour corroder le marbre ; l'expérience est facile à répéter. On place une plaque de marbre bien polie au fond d'une de ces terrines larges et plates qu'emploient les jardiniers pour faire des semis ; on recouvre cette plaque de sable, puis on y plante quelques haricots ; ils germent, leurs racines traversent le sable et viennent buter contre le marbre, elles rampent à la surface, le dissolvent, y creusent des sillons qui représentent exactement la trace des racines, avec leurs linéaments les plus délicats ; ils sont très visibles à l'œil nu.

Cette expérience montre que la racine s'insinue entre les molécules de terre, s'y applique, s'y

moule, et qu'un contact intime s'établit entre la racine et le sol, contact nécessaire pour que les forces capillaires du végétal entrent en lutte contre les propriétés absorbantes du sol. D'une part la racine cherche à s'emparer de l'eau et des matières retenues par affinité capillaire, de l'autre la terre les retient. La victoire n'est complète ni d'un côté ni de l'autre, et quelque énergique que soit la force que dépense la racine, elle n'arrive jamais à dépouiller complètement la terre de l'eau et des matières assimilables qu'elle renferme : Julius Sachs a vu un pied de tabac enraciné dans une terre argileuse se faner par manque d'eau, quand la terre en contenait encore 8 centièmes.

C'est pendant ce contact intime que les sucs acides des racines agissent sur les matières absorbées retenues par la terre et finissent par les arracher ; il semble, d'après l'expérience que j'ai rapportée plus haut, que les racines de toutes les espèces n'exercent pas sur le sol la même action dissolvante ; nous avons vu que l'avoine paraît avoir su tirer parti des grandes réserves d'acide phosphorique du sol épuisé du champ d'expériences, des quantités suffisantes pour acquérir un développement normal, tandis que le blé en était incapable ; il y a là évidemment une notion nouvelle qui mérite une étude approfondie. Les plantes peu exigeantes, qui se développent encore dans de mauvais sols, sont peut-être des plantes à racines sécrétant des acides plus énergiques ou plus concentrés que ceux que produisent les plantes qui ne se développent bien que dans des sols fertiles.

Quel est l'acide sécrété par les racines, qui dissout le marbre et attaque parfois les phosphates du sol ? Est-ce seulement de l'acide carbonique ? Est-ce de l'acide acétique, de l'acide lactique, de l'acide oxalique, malique, citrique ? Nous l'ignorons encore, mais on peut supposer que c'est un acide faible, et j'ai pensé depuis longtemps qu'on pourrait peut-être se faire une idée de l'état dans lequel se trouvait l'acide phosphorique dans un sol, en attaquant non plus par l'acide azotique qui dissout tous les phosphates, mais par de l'acide acétique, et comme il s'agit de prévoir, par une attaque rapide, ce que fera le végétal pendant six mois de végétation, j'ai opéré à l'ébullition.

En attaquant la terre par l'acide acétique à l'ébullition, j'ai cherché à distinguer l'acide phosphorique assimilable de l'acide phosphorique total.

Ce mode d'opérer est-il justifié ? C'est ce que nous devons maintenant examiner.

III

La méthode de vérification est facile à imaginer ; si l'acide phosphorique soluble dans l'acide acétique mérite le nom d'acide phosphorique assim-

¹ Les terres arables jouissent de propriétés absorbantes, analogues à celles du noir animal pour les matières colorantes ; si l'on agite une dissolution étendue de potasse, d'ammoniaque ou de phosphates avec de la terre, puis qu'on examine le liquide après cette agitation, on le trouve dépouillé des matières dissoutes ou au moins très appauvri. Les nitrates au contraire ne sont pas retenues : leurs dissolutions filtrent au travers du sol et sont entraînées au dehors ; toutes les eaux de drainage en contiennent ; elles les conduisent aux ruisseaux, aux rivières ; tous les fleuves jettent à la mer des quantités énormes de nitrates et c'est pour compenser ces pertes incessantes que les cultivateurs font de lourdes dépenses d'engrais azotés, qu'une véritable flotte est constamment employée à rapporter du Chili le nitrate de soude qui s'y trouve et qui constitue le seul gisement important d'azote combiné actuellement connu à la surface du globe.

lable, il est visible que nous devons trouver :

1° Que les terres, qui abandonnent à l'acide acétique une fraction notable de l'acide phosphorique total, ne doivent pas bénéficier de l'emploi des superphosphates; elles renferment assez d'acide phosphorique assimilable pour que l'addition d'une nouvelle quantité d'acide phosphorique soit inutile.

2° Qu'au contraire une terre qui ne cédera à l'acide acétique que peu ou pas d'acide phosphorique devra bénéficier de l'emploi des superphosphates.

Or l'expérience vient nettement appuyer ces prémisses; au champ d'expériences de Grignon, on trouve sur les parcelles en bon état de fumure environ 0 gr., 3 d'acide phosphorique soluble dans l'acide acétique par kilog. de terre; les superphosphates n'exercent aucune action.

Le limon du Nil, dont la fertilité est proverbiale et qui renferme plus de 2 gr. d'acide phosphorique total par kilog., en abandonne 0 gr. 6 à l'acide acétique; les terres de la Limagne d'Auvergne, sur lesquelles les superphosphates n'exercent aucune action utile, renferment un tiers environ de leur acide phosphorique total à l'état soluble dans l'acide acétique, c'est-à-dire de 0 gr., 5 à 0 gr., 7 par kilogr..

Réciproquement une terre du département du Nord sur laquelle les superphosphates sont nécessaires, ne donne que 0 gr., 1 d'acide phosphorique soluble dans l'acide acétique par kilog., c'est une proportion insuffisante; enfin la terre épuisée du champ d'expériences de Grignon, sur laquelle les betteraves ou le blé ne peuvent plus se développer, n'abandonne plus à l'acide acétique que des traces indosables d'acide phosphorique.

Le procédé de recherche me paraît donc de nature à permettre de prévoir si l'emploi des superphosphates sera avantageux ou non; comme cependant en ce moment les superphosphates se vendent à très bon compte, il est toujours utile de les essayer sur des surfaces peu étendues; s'ils ne marquent pas et si l'analyse a indiqué que le sol cède à l'acide acétique une quantité notable d'acide phosphorique, les deux indications étant dans le même sens, il n'y a pas à hésiter: il faut cesser tout achat de superphosphate.

Si les deux indications sont d'accord, dans le sens opposé, c'est-à-dire si les superphosphates marquent et que l'acide acétique ne dissolve rien, l'acquisition des superphosphates s'impose: elle sera largement compensée par l'augmentation des récoltes.

Un dernier cas peut enfin se présenter: les superphosphates augmentent les récoltes et cependant l'acide acétique a dissous l'acide phosphorique; il faut généralement en conclure que la couche superficielle est seule riche, qu'elle est peu

épaisse, que le stok de terre dans lequel les racines puisent leurs aliments est restreint et que non-seulement il y a avantage à employer les superphosphates, mais qu'en outre il faut s'efforcer par des labours profonds et par de copieuses fumures d'augmenter l'épaisseur de la couche active.

IV

La méthode de recherche étant appuyée par les résultats constatés dans diverses cultures, un dernier point reste à élucider pour arriver à comprendre comment les parcelles du champ d'expériences cultivées sans engrais sont épuisées d'acide phosphorique.

Au moment où a été dessiné le champ d'expériences de Grignon en 1875, une fraction importante de l'acide phosphorique s'y trouvait à l'état assimilable; cette fraction a persisté dans les terres régulièrement fumées, tandis qu'au contraire l'acide phosphorique assimilable fait défaut actuellement dans les terres maintenues sans fumure. Qu'est-il devenu?

Nous ne pouvons pas supposer que les récoltes aient été assez abondantes pour s'en emparer; en poussant les choses à l'extrême, les douze récoltes qui ont précédé les betteraves mal venues de 1887 ont peut-être pris chacune 30 kilos d'acide phosphorique; ce serait donc 360 kilos d'acide disparu; or le sol contenait 1260 kilos environ d'acide phosphorique assimilable, c'est-à-dire trois fois plus que les récoltes n'ont pu en prendre. Une autre cause est donc intervenue et ce n'est pas aux seuls prélèvements des récoltes qu'on peut attribuer la disparition complète de l'acide phosphorique assimilable. Pour concevoir comment il a disparu, il faut remonter à des expériences déjà anciennes exécutées par le baron P. Thénard (1858); il avait été très frappé de voir que des terres argileuses, rougeâtres, par conséquent chargées d'oxyde de fer, amendées avec du noir animal, ne renfermaient plus, quelques années plus tard, que des phosphates de sesquioxyde, insolubles dans l'acide acétique. J'ai eu occasion d'observer le même fait sur une terre de Sologne; il est facile, au reste, à reproduire au laboratoire: on dissout du phosphate de chaux gélatineux dans de l'eau de Seltz et on le met au contact d'une terre argileuse; après quelques heures tout l'acide phosphorique a disparu de la dissolution; plus simplement, on agit une dissolution de phosphate de potasse avec du sesquioxyde de fer ou de l'alumine en gelée; ils arrachent l'acide phosphorique à la potasse; celui-ci devient tout à fait insoluble et l'on conçoit par suite que du phosphate de chaux introduit dans le sol ou y préexistant passe peu à

peu à l'état de phosphate de sesquioxyde. Ces métamorphoses, ces changements dans les matières dissoutes introduites dans le sol sont très fréquents : on filtre sur de la terre légèrement calcaire du chlorhydrate d'ammoniaque ; on recueille du chlorure de calcium : l'ammoniaque a été retenue, la chaux a pris sa place.

Il est donc vraisemblable que dans notre sol de Grignon cultivé longtemps sans engrais, il n'y a pas eu réellement épuisement en acide phosphorique, mais métamorphose du phosphate de chaux ou de magnésie préexistant en phosphates de sesquioxyde insolubles dans l'acide acétique, et non assimilables, et que c'est à cause de cette transformation que les superphosphates apportant de l'acide phosphorique assimilable exercent une influence heureuse. Comment enfin n'en est-il pas de même dans les terres régulièrement fumées ? Comment l'acide phosphorique y persiste-t-il sous une forme utilisable ? Les raisons sont faciles à trouver : quand on distribue à une terre du fumier de ferme, on lui donne par tonne 3 kilog. d'acide phosphorique uni à de la potasse ou à de l'ammoniaque, par conséquent soluble dans l'eau ; les apports de fumier constituent donc une fumure phosphatée qui n'est pas sans importance ; mais en outre, le fumier apporte au sol une quantité notable de carbonate de potasse ; le fumier a toujours une puissante réaction alcaline : or, les carbonates alcalins non seulement empêchent les sesquioxydes d'amener l'acide phosphorique à l'état insoluble, mais leur enlèvent même l'acide qu'ils renferment aussitôt qu'ils se trouvent dans le mélange en proportions notables ; si l'on agite des phosphates de sesquioxyde avec des carbonates alcalins, on retrouve de l'acide phosphorique en dissolution ; si l'on immerge dans l'eau de Seltz de la terre renfermant des phosphates de sesquioxyde et du carbonate de chaux, on retrouve dans la dissolution de l'acide phosphorique qui a été repris aux sesquioxydes ; les deux réactions inverses sont possibles : elles sont limitées par les poids des matières réagissantes, et l'on conçoit dès lors qu'une forte fumure de fumier apportant du car-

bonate de potasse, qu'un chaulage énergique, empêchent l'acide phosphorique de s'engager dans les combinaisons où il devient inerte et inutilisable et l'on conçoit en outre que les parcelles du champ d'expériences, qui reçoivent régulièrement du fumier de ferme, ne bénéficient pas de l'emploi des superphosphates, non seulement parce qu'elles reçoivent une fumure phosphatée avec le fumier, mais parce que ce fumier empêche la réaction qui a amené l'acide phosphorique assimilable à l'état inerte dans les parcelles restées sans engrais depuis 1875.

Il est bien probable que les observations précédentes ne s'appliquent pas seulement au cas particulier étudié, mais qu'au contraire un grand nombre de terres, sur lesquelles les superphosphates exercent une influence heureuse, ne sont pas réellement épuisées d'acide phosphorique, mais ne le renferment plus qu'à un état inerte, qui peut cesser soit par l'action des fumures de fumier de ferme, soit par l'action des chaulages et des marrages. Si nos terres fumées régulièrement ne montrent aucune pénurie d'acide phosphorique, c'est non seulement parce que le fumier leur a apporté de l'acide phosphorique, mais en outre parce qu'il a maintenu à l'état assimilable celui que le sol renfermait naturellement, tandis qu'au contraire, dans la terre abandonnée sans fumure pendant plus de dix ans, la réaction inverse s'est produite, les sesquioxydes ont décomposé peu à peu le phosphate de chaux dissous par l'acide carbonique et l'ont rendu non assimilable pour la plupart des plantes de grande culture : betteraves, trèfle, blé, qui toutes ont bénéficié de l'emploi des superphosphates sur les parcelles épuisées.

Quant à l'avoine, elle sait utiliser les phosphates qui restent inutiles aux autres espèces et c'est une preuve de plus qu'après avoir étudié d'une façon générale la nutrition des plantes, les agronomes doivent reprendre ces études au point de vue du mode d'alimentation particulier de chacune des espèces.

P. P. Dehérain,
de l'Académie des Sciences

LA RÉCENTE ÉPIDÉMIE D'INFLUENZA A LONDRES

La mortalité causée par l'influenza à Londres a montré vers sa fin un décroissement régulier de semaine en semaine.

En considérant seulement la mortalité par l'influenza, non seulement nous trouvons que l'épidémie fut plus courte l'année dernière, mais encore qu'elle fit beaucoup moins de ravages et causa un nombre de

morts très inférieur à celui de cette année. L'épidémie de 1890 éclata brusquement au commencement du mois de janvier. Pendant la semaine qui se termina le 28 décembre 1889, il n'y eut à Londres aucun décès par cette maladie, et dans la semaine suivante seulement 4. Dans la semaine terminée le 11 janvier 1890, le nombre s'éleva à 67, tandis

que dans le cours de la semaine suivante il atteignit le maximum, 127. La mortalité commença alors à diminuer progressivement et fut de 105, 75, 38 et 30 dans les quatre dernières semaines. La gravité de l'épidémie sembla alors disparue. Il faut cependant observer qu'encore pendant trois semaines la mortalité dépassa 20, tandis que pendant les quatre semaines qui suivirent celles-ci, elle fut de 10 à 17. En prenant comme totalité les six semaines pendant lesquelles l'épidémie exerça ses ravages, il est démontré que le minimum des décès fut à Londres 442, donnant une moyenne de 74 par semaine.

L'apparition de l'épidémie, cette année, date du commencement du mois de mai. Pendant le mois d'avril il n'y eut qu'un petit nombre de morts par l'influenza. Pendant les quatre semaines consignées dans le *Registrar-General*, on trouve 7, 3, 9, 10 décès. Cependant dans la semaine terminée le 2 mai le nombre des décès atteignit 37, et à partir de ce moment la maladie fit des progrès alarmants : pendant trois semaines consécutives le nombre des morts fut de 148, 266 et atteignit le maximum de 319 dans la semaine du 16 au 23 mai. Pendant les deux semaines suivantes la mortalité excéda encore 300; après quoi elle tomba progressivement à 249, 182, 117 et 56; pendant la période écoulée du 4 au 11 juillet le nombre des décès se réduisit à 40.

En prenant la période totale, c'est-à-dire les onze semaines terminées le 11 juillet, le nombre des morts causées à Londres par l'influenza avec ou sans complication d'autres maladies, fut de 2.027, donnant ainsi une moyenne de 184 par semaine, ou environ deux fois et demie autant que la moyenne de 1890. Pendant sept semaines sur onze le nombre des décès excéda le maximum atteint pendant la période épidémique de l'année dernière.

Après un examen des statistiques données par un estimable journal et lues devant la *Scottish meteorological Society* le 31 mars 1890, par sir Arthur Mitchell et le D^r Buchan¹, il est tout à fait évident que la récente épidémie d'influenza a été la plus grave qu'il y ait eu à Londres depuis la première publication hebdomadaire de mortalité, ce qui remonte à environ quarante-cinq ans. Comme les chiffres sont d'un grand intérêt, nous reproduisons le tableau donné par ce journal, en indiquant le nombre des décès pendant les cinq principales épidémies depuis l'année 1847. On remarquera que le nombre donné pour l'année dernière est très supérieur à celui dont nous avons parlé plus haut; mais les auteurs du journal citent ont compris toute la période des trois mois de janvier à mars. Pendant ce dernier

mois l'épidémie ne fut certainement pas d'une grande rigueur; mais, comme les chiffres ne changent pas l'argument général, nous avons trouvé préférable de ne rien changer aux résultats. Une addition a cependant été faite à ce tableau, celle de la mortalité par l'épidémie de cette année :

	Morts
De décembre 1847 à avril 1848.....	1.631
De mars à mai 1851.....	258
De janvier à mars 1855.....	430
De novembre 1857 à janvier 1858.....	123
De janvier à mars 1890.....	545
De mai à juillet 1891.....	2.027

On voit par ce tableau que la mortalité récemment constatée a été de beaucoup supérieure à n'importe quelle autre période depuis quarante-cinq ans. L'année 1847-48 arrive en second avec environ 400 décès de moins. En se rappelant qu'il y a quarante-cinq ans la population de Londres était beaucoup moindre qu'elle n'est aujourd'hui, il semble, de prime abord, qu'au point de vue de la rigueur, il n'y ait pas eu une grande différence. Il ne faut cependant pas oublier que la première épidémie dura plus de cinq mois, tandis que la seconde ne comprend que deux mois et demi.

Un fait frappant dans cette maladie, improprement nommée influenza, consiste en ce qu'elle affecte particulièrement les poumons et les tubes bronchiques. Elle est invariablement accompagnée d'une grande mortalité par les maladies des voies respiratoires. Les statistiques relatives à ces maladies pourraient donc induire en erreur, notamment en ce qui concerne l'épidémie de 1890. Pendant les derniers jours de 1889 et le commencement de l'année suivante un vent froid et pénétrant fut observé sur l'Angleterre et, dans la métropole, accompagné, ce qui arrive souvent, d'un brouillard épais. Dans ces circonstances il s'en suivit, ce qui est naturel, une grande mortalité par les maladies des voies respiratoires et en examinant la statistique nous voyons que l'influenza ne faisait qu'apparaître, lorsque les décès par les maladies des poumons atteignaient le maximum. A partir de la première semaine de janvier, cependant, le temps devint extraordinairement doux pour la saison et les vents du sud-ouest amenèrent une hausse anormale de la température. Il n'y a en effet aucun doute qu'à ce moment l'épidémie de 1890 faisait rage, la douceur de la température ayant enrayé les désordres des autres maladies des voies respiratoires. Cette année, cependant, l'élément météorologique peut presque être éliminé; bien que les vents froids furent fréquents en mai et dans la première partie de juin, la rigueur de la température ne fut pas telle à pouvoir augmenter la mortalité dans les maladies en question.

¹ Un extrait fut publié dans le journal anglais *Nature* vol. XLI, p. 596.

Malgré l'étendue de l'influenza pendant les quinze jours précédant le 6 juin, la mortalité par les maladies des voies respiratoires augmenta de plus de deux fois la moyenne, cette augmentation étant causée surtout par les pneumonies et les bronchites. La diminution de l'influenza fut accompagnée d'une diminution correspondante des maladies des voies respiratoires; mais ce ne fut que pendant la dernière semaine de la période que les décès tombèrent, à peu de chose près, à la moyenne. En prenant la totalité des onze semaines, on voit que la mortalité par les voies respiratoires atteint 5138 ou environ 75 pour cent de plus que la moyenne. Pendant la période épidémique de 1890 ce nombre fut très supérieur; mais pendant les mois d'hiver la moyenne est aussi augmentée et, par ce fait, l'excédent ne fut l'année dernière que de 26 pour cent.

L'influence de la température pendant les deux épidémies semble s'être exercée dans deux directions différentes. Pendant la période épidémique de 1890, la température fut, ainsi que nous

l'avons dit, très haute pour l'époque de l'année, et les vents du sud-ouest qui soufflèrent en janvier aidèrent à la dispersion des germes miasmatiques. La température fut, en effet, aussi favorable qu'on pouvait la désirer, et l'épidémie, quoique rigoureuse, l'eût été bien plus encore si l'hiver eût été froid et humide. La récente épidémie n'eut pas tant d'ennemis à combattre, car non seulement le temps fut très froid, mais aussi calme et tranquille. Le germe put ainsi s'installer chez nous, sans rencontrer d'opposition sérieuse, et la nature défavorable de l'atmosphère a été pour beaucoup dans les maladies des poumons et des bronches qui suivirent l'influenza. Trompés par l'approche du printemps, et oublieux de son mauvais cortège, beaucoup de convalescents se risquèrent à sortir et contractèrent un refroidissement qui empêcha le rétablissement d'un grand nombre¹.

D^r Fredk. J. Brodie.

(de Londres.)

LE RENDEMENT PHOTOGÉNIQUE DES FOYERS

La théorie mécanique de la chaleur, partant de l'hypothèse très probable que la chaleur consiste dans un mouvement moléculaire et que la quantité de chaleur est la mesure de la force vive des masses mises en mouvement, arrive à établir le premier principe de la thermodynamique, par application du théorème de l'équivalence de la force vive et du travail : pour cela, il n'est point nécessaire de rien préjuger de la nature de ce mouvement. En tenant compte ensuite de ce que ce mouvement s'opère nécessairement dans un espace limité et qu'il est périodique, Clausius a montré que la force vive moyenne des molécules d'un corps a pour mesure sa température absolue et qu'on peut déduire aussi le second principe de la thermodynamique des lois générales de la mécanique. A l'aide des principes de Mayer et de celui de Carnot, les ingénieurs calculent le rendement d'une machine thermique, transformant des calories en kilogrammètres : un moteur à gaz donnant le cheval-heure effectif par 600 litres d'un gaz dont le pouvoir calorifique est de 5.400 calories par mètre cube, a un rendement d'environ 20 pour cent, double par conséquent de celui des meilleures machines à vapeur.

Or, il y a des appareils alimentés aussi au gaz, par lesquels on semble transformer des calories en unités de lumière : le mécanisme de l'opération est tout autre assurément et il n'est plus néces-

saire de faire parcourir au gaz un cycle fermé; mais, au point de vue industriel, l'analogie est parfaite, car on brûle du gaz dans le moteur pour recueillir du travail, de même qu'on en brûle au bec pour recueillir de la lumière. D'autre part, les plus ignorants sentent par intuition qu'il doit y avoir un rendement photogénique d'un foyer comme il y a un rendement mécanique d'un moteur, et ils ne se trompent pas. Mais quel est le rendement photogénique d'un bec de gaz donnant le carcel au prix de 105 ou de 35 litres d'un gaz développant 5.400 calories par mètre cube? Les physiiciens ne répondent rien à cette question : il nous paraît utile d'expliquer leur silence en exposant tout ce que nous pouvons dire à ce sujet.

Et d'abord, remarquons que la lumière n'est pas le résultat de la transformation de la chaleur, mais que c'est le plus souvent un phénomène concomitant de la chaleur. Le mouvement moléculaire, qui constitue la chaleur, peut être transporté au dehors sous forme de radiations calorifiques obscures et de radiations, lumineuses ou chimiques, froides : ces formes diverses de l'énergie s'accompagnent d'ordinaire, mais non pas toujours. Objectivement elles ne diffèrent que par leur longueur d'onde. La chaleur ne crée donc point la lumière, mais elle en

¹ Cet article est extrait du journal anglais *Nature*, XCI, p. 283.

devient une source, quand elle est utilisée d'une certaine façon. Il n'y aura jamais de théorie mécanique de la lumière; mais on pourrait faire une théorie luminique de la chaleur.

Le rendement photogénique d'une source peut être défini: c'est le rapport de la force vive du mouvement lumineux à la force vive disponible dans le foyer. Pour calculer la force vive qui anime une masse d'éther, il faudrait connaître cette masse: le calcul est donc actuellement impossible. En ce moment, nous n'avons pas d'autre moyen d'apprécier les quantités de lumière émises par une source que par le degré d'excitation plus ou moins grand du nerf optique; cela permet une comparaison, et non pas une mesure.

Mais il y aurait peut-être une manière indirecte

avec des longueurs d'onde d'environ $0^{\mu}60$; les autres couleurs du spectre suivent rapidement et le violet porte les longueurs d'onde à $0^{\mu}360$; puis se forme le spectre ultra-violet. A ce moment l'infrarouge disparaît-il? Nullement, et son intensité augmente même au fur et à mesure que le spectre s'enrichit de nouvelles radiations chimiques. Nous en concluons à bon droit qu'il ne doit pas exister de corps donnant un spectre composé uniquement des radiations exerçant une action sur la rétine de l'œil de l'homme. Nous n'avons donc pas le droit d'espérer la découverte d'un foyer de lumière possédant un rendement égal à l'unité. Toutefois, il n'est pas absurde de concevoir l'existence d'un foyer n'émettant qu'une faible proportion de radiations obscures. Les animaux phosphorescents semblent

SOURCES	DÉPENSE DE SUBSTANCE	POUVOIR CALORIFIQUE DE LA SUBSTANCE	CALORIES DÉPENSÉES	INTENSITÉ LUMINEUSE EN CARCELS	CALORIES PAR CARCEL-HEURE
Bougie de l'Etoile.....	10 gr. 5 par heure	10,5 cal. par gr.	110	$\frac{1}{65}$	716
Lampe modérateur Carcel à huile de colza.....	42 gr. par heure	9,8 cal. par gr.	411,6	1	412
Lampe intensive à pétrole, bec belge.	13 gr. 6 par heure	14 cal. par gr.	149,6	1	150
Bec de gaz Bengel.....	105 litres par heure	5400 cal. par M ³	567	1	567
Lampe à récupération.....	35 litres par heure	Id.	189	1	189
Lampe électrique à incandescence....	3,5 watts par bougie	$3,5 \times 3600$	3,1	1	20
Arc voltaïque.....	4,6 watts par carcel	$9,81 \times 425$	4	65	4
		$4,6 \times 3600$		1	
		$9,81 \times 425$			

de déterminer le rendement d'une source de lumière; cette étude rentrerait dans le programme de notre théorie luminique de la chaleur. Supposons qu'il existe une source dont toute l'énergie se transforme en chaleur lumineuse, et dont le spectre soit entièrement composé de radiations calorifiques lumineuses, à l'exclusion des radiations calorifiques obscures et des radiations chimiques; le rendement de cette source serait égal à l'unité. Or, voyons, avant toute chose, si cette source-type peut exister: il nous semble que c'est un mythe, et voici les raisons sur lesquelles se base notre opinion. Prenons un corps et élevons graduellement sa température par un courant ou par un procédé quelconque: faisons-le passer de 0 degré à 2000 degrés. Aux températures les plus basses, ce corps rayonne de la chaleur autour de lui; mais ces radiations, pour lesquelles la longueur d'onde est fort grande, sont absorbées par le milieu, et elles échappent à notre examen dans le spectre obscur; on les observe quand la longueur d'onde est devenue égale à $2^{\mu}15$ et M. Mouton a relevé les positions de ces radiations dans le spectre infrarouge. A la température de 525° le rouge apparaît

réaliser ce cas, d'après MM. Langley et Very¹: ces physiciens ont analysé notamment la lumière émise par le *Pyrophorus noctilucus* de Cuba, en l'étudiant à l'aide du bolomètre et du spectroscope; le rouge paraît manquer dans le spectre de cette lumière, alors que le vert y domine: voilà donc une source qui n'émet pas de radiations obscures sensibles et nous sommes autorisé à admettre qu'il peut exister des foyers photogéniques dont le rendement approche d'être égal à l'unité. Admettons encore que nous puissions connaître l'énergie ou bien le nombre de calories dépensées pour produire une quantité de lumière donnée par notre source-type; ce n'est point le cas des pyrophores; mais, avec tout autre foyer, ce résultat serait facile à acquérir. Nous posséderions dès lors la valeur exacte des rendements photogéniques des diverses sources de lumière, puisque nous connaissons déjà leurs rendements relatifs. Nous avons entrepris en effet quelques recherches dans ce but: le tableau ci-dessus résume les chiffres auxquels nous avons été conduit en rapportant à la calorie le pouvoir luminique des foyers exprimé en carrels ou en bougies à 7,5 par carcel.

¹ Journal de Physique, février, 1891.

Notre source-type nous permettrait de passer facilement du rendement relatif au rendement absolu. A son défaut, contentons-nous d'une large approximation : l'examen du spectre de la lumière de l'arc voltaïque, qui renferme une grande proportion de radiations obscures, nous porte à croire que son rendement absolu ne dépasse pas 0,50; dès lors, celui d'une bougie de stéarine serait de 0,003.

Ces chiffres nous donnent une idée du gaspillage énorme d'énergie qui se fait dans les foyers lumineux; la perte est de plus de 99 % dans une bougie et dans un bec Bengel, quand nous l'estimons à 50 % dans un arc voltaïque.

L'énorme différence de rendement que nous relevons entre les foyers à gaz et les foyers électriques ressort encore mieux des expériences suivantes.

Ayant été amené à étudier une installation parallèle d'éclairage au gaz et par l'électricité à Lille, à la succursale de la *Grande Maison* de Paris, j'ai pu comparer la quantité de gaz brûlée aux becs avec celui qui est consommé par un moteur à gaz faisant mouvoir des dynamos pour l'éclairage électrique du même local. Dans le premier cas, le gaz était brûlé par 6 lampes Sée-Wouters à double récupération, par 91 becs annulaires et 19 papillons; dans le second cas, un moteur Simplex actionnait une dynamo Compound Thury, type Ce, qui alimentait 10 arcs de 9 ampères, 6 de 5 et 90 lampes à incandescence de 16 bougies; cette dernière installation, faite par M. Guerre, ingénieur de la maison Cuénod et Sautter, était particulièrement réussie. L'éclairement obtenu dans le second cas était notablement supérieur à celui que donnaient les brûleurs de gaz, ainsi que l'on peut s'en rendre compte en additionnant le pouvoir lumineux des divers foyers; je m'en suis assuré d'ailleurs à l'aide d'un photomètre Decondun, qui me permettait de comparer les quantités de lumière déversées sur les planchers; je ne crois pas être loin de la vérité en estimant au moins à 15 % l'excès de lumière fournie par les appareils électriques. Du reste, deux arcs sur rue, un arc dans un couloir et deux lampes à incandescence étaient disposés en dehors des locaux éclairés au gaz, de telle sorte que nous devons compter au moins 20 pour % de lumière en plus pour l'électricité. Ajoutons enfin que le moteur avait accidentellement une consommation de gaz exagérée, par suite de causes diverses qu'il me suffit de signaler. Or, deux essais faits consécutivement m'ont fait constater que la consommation du moteur n'était que de 21.500 litres par heure, alors que les becs brûlaient 26.000 litres. Ainsi donc, quand on emploie le gaz à créer de la force motrice et qu'un moteur actionne une dynamo, laquelle alimente des

foyers électriques, on dépense 17 % de moins environ qu'en brûlant le gaz directement aux becs et l'on obtient cependant en plus 20 % de lumière. En d'autres termes, malgré l'emploi de deux intermédiaires, moteur et dynamo, il reste encore une économie : le résultat semble paradoxal; mais il est incontestable.

On pouvait le prévoir. L'entretien d'une lampe à incandescence de 16 bougies coûte 65 watts environ, puisqu'on fait 16 bougies par 100 volts et 0,65 ampères. Ces 65 watts sont au plus la $\frac{1}{2}$ partie de l'énergie distribuée par un moteur d'un cheval : en d'autres termes, un cheval peut alimenter neuf lampes de 16 bougies pour le moins. Pour un bon et fort moteur à gaz, ce travail correspond à une dépense de 720 litres de gaz : donc une lampe à incandescence de 16 bougies dépense $\frac{720}{9} = 80$ litres de gaz. Ces 16 bougies valent 2,4 carrels, la carcel représente une dépense de $\frac{80}{2,4} = 33$ litres. C'est la dépense par carcel des meilleures lampes à gaz intensives Siemens, Giroud, Delmas, Cromartie, Wenham, Esmos, Bandsept, Sée, etc. Il est vrai de dire que je me suis placé dans l'hypothèse d'un excellent moteur, mais j'aurais eu beau jeu d'opposer à nos lampes à incandescence un bec de gaz Bengel, donnant la carcel par 105 litres.

Les chiffres changeraient si je prenais pour terme de comparaison, non plus la lampe électrique par incandescence, mais l'arc voltaïque. Un arc de 10 ampères par 45 volts donne facilement 90 carrels : la carcel coûte donc 5 watts et un moteur d'un cheval en alimentera 1,3, donnant ainsi 117 carrels, ce qui met l'unité de lumière à un peu plus de 6 litres. Quelle lampe à gaz donnera jamais semblable résultat?

Nous ne devons dès lors point nous étonner des résultats relevés dans une installation d'éclairage électrique actionné par moteur à gaz.

De ce que le rendement du système moteur dynamo-lampe électrique est supérieur à celui des becs de gaz, nous pouvons déduire une indication précieuse relativement au rendement photogénique absolu de ces becs. Un bon moteur rend au plus 20 %, la transmission et la dynamo 75 et les lampes électriques, 68 :

$$0,20 \times 0,75 \times 0,68 = 0,10.$$

Le rendement photogénique des brûleurs de gaz est par conséquent notablement inférieur à 10 %, puisque l'installation mixte est grevée par avance d'une perte de 90 % et qu'elle possède cependant encore un rendement relatif fort supérieur. La pratique industrielle confirme donc les données théoriques.

Aimé Witz.

Professeur de Physique
à la Faculté libre des Sciences de Lille.

REVUE ANNUELLE DE PHYSIOLOGIE

Dans ma *Revue de physiologie* de l'année dernière¹, j'évaluais à plus d'un millier le nombre des mémoires qui paraissent chaque année sur les différentes branches de la physiologie. J'ai eu la curiosité de rechercher le degré d'exactitude de cette évaluation toute approximative. A cet effet, j'ai eu recours aux listes de publications énumérées chaque quinzaine, par catégories, dans le *Centralblatt für Physiologie*. J'ai laissé de côté les rubriques : *Physiologie générale, zoologie, botanique, physique, chimie, psychologie et reproduction*, parce que la plupart des travaux qui y sont mentionnés, ne se rapportent pas directement à la physiologie. Je me suis borné à relever le total brut des mémoires sur la physiologie du sang, de la circulation, de la respiration, etc..., et je suis arrivé aux résultats numériques suivants :

	Publications
Physiologie générale des nerfs et des muscles...	447
— spéciale des mouvements.....	81
— respiration.....	101
— chaleur animale.....	42
— sang et circulation.....	314
— glandes.....	263
— digestions et nutrition.....	206
— organes des sens.....	263
— voix et parole.....	66
— système nerveux.....	400
— technique expérimentale.....	68
Total.....	1.983

Ce total comprend un assez grand nombre de travaux de morphologie pure ou de pathologie, qui sortent par conséquent du cadre des études physiologiques. Je pense qu'il faut de ce chef le réduire d'un tiers ou tout au moins d'un bon quart. Il n'en reste pas moins un total fort respectable de 1,200 à 1,400 mémoires ou notices de physiologie pour la seule année 1890.

Les lecteurs de la *Revue* ne s'attendent certainement pas à ce que je lise à leur intention ces 1,200 à 1,400 publications écrites dans toutes les langues civilisées, pour leur en offrir la quintessence. Ce travail de bénédictin est d'ailleurs fait chaque année en Allemagne par plusieurs spécialistes qui se partagent la besogne : le résultat de leur labeur sera publié vers la fin de 1891 ou de 1892 en un ou deux gros volumes sous le titre de *Comptes rendus annuels des progrès de la physiologie pendant l'année 1890*. Je renvoie les physiologistes de profession à ces excellentes publications.

Je me bornerai à traiter ici, un peu au hasard de

la plume, quelques-unes des questions de physiologie qui sont à l'ordre du jour, ou auxquelles je me suis particulièrement intéressé dans ces derniers temps. Je ne donnerai aucune indication bibliographique : ceux qui désirent recourir aux sources, trouveront immédiatement ce qu'ils cherchent, dans la table des noms d'auteurs de l'année 1890 du *Centralblatt für Physiologie*, ou dans les relevés trimestriels du même recueil.

I. — SANG, LYMPHE, etc.

Le sang, soustrait à l'organisme, se coagule, comme on sait, au bout de cinq à dix minutes, c'est-à-dire qu'il se transforme en une gelée cohérente. Il est facile de constater au microscope que la solidification du sang est due au dépôt de la *fibrine*, substance solide qui se concrète sous forme de filaments enchevêtrés, emprisonnant, entre les mailles du réseau, et les globules et la partie liquide du sang.

La fibrine qui se forme ainsi résulte de la transformation chimique d'une matière albuminoïde, le *fibrinogène*, primitivement dissoute dans le plasma sanguin. La transformation du fibrinogène en fibrine est un phénomène de fermentation, dû à l'intervention d'un ferment soluble (*ferment de la fibrine*) qui prend naissance au moment où le sang s'épanche au dehors des vaisseaux. On sait depuis longtemps que la fibrine contient toujours une petite quantité de sels minéraux, notamment de phosphates de calcium; mais on était généralement porté à considérer ces éléments minéraux comme des impuretés. Dans ces derniers temps, E. Freund (de Vienne) avait attaché une grande importance à cette précipitation de phosphate calcique et avait même pris ce fait comme base d'une théorie nouvelle de la coagulation du sang, théorie destinée dans la pensée de son auteur à détrôner la théorie classique de la fermentation. J'ai, ici même, fait l'année dernière, la critique des idées de Freund et relaté les expériences de Latschenberger et de Strauch qui contredisent formellement sa théorie.

Dans une excellente thèse de doctorat¹, soutenue devant la Faculté des Sciences de Paris, M. Arthus me paraît avoir placé dans son vrai jour le rôle que les sels des métaux terreux et alcalino-terreux jouent dans le phénomène de la coagulation du sang. Arthus a montré que le calcium n'est pas un composant accidentel du caillot sanguin, mais

¹ *Revue générale des Sciences* du 30 octobre 1890, t. I, 20, p. 636.

¹ Sur cette thèse voyez la *Revue* du 30 septembre 1891, t. II, p. 619.

qu'il constitue un élément normal et indispensable de la molécule de fibrine. La fibrine est un composé calcique, et la transformation du fibrinogène en fibrine, sous l'influence du ferment, suppose la présence d'un sel de calcium disponible dans le liquide. Enlevez au sang le calcium qu'il contient, et il suffit pour cela de l'additionner d'un oxalate ou d'un fluorure alcalin (moins de 0,1 % d'oxalate, moins et 0,2 % de fluorure), de manière à former un précipité d'oxalate ou de fluorure calcique; du même coup vous supprimez la coagulation spontanée. Le liquide sanguin privé ainsi de calcium se coagulera au contraire spontanément, si vous lui restituez le calcium (addition de quelques gouttes d'une solution de chlorure de calcium), à condition, bien entendu, qu'il contienne du fibrinogène et du ferment.

Les faits découverts par Arthus ne contredisent nullement la théorie classique de la fermentation, telle qu'elle a été établie principalement par les travaux d'Alexandre Schmidt et de Hammarsten. Mais ils impliquent une modification de cette théorie: outre le *fibrinogène* et le *ferment*, la production de la fibrine semble nécessiter encore la présence d'une *substance fibrinoplastique*; cette substance fibrinoplastique n'est pas une *globuline*, comme l'avait admis Alex. Schmidt dans ses premiers travaux: c'est un sel de calcium ou de strontium.

Le strontium peut en effet remplacer le calcium dans ces expériences, et l'on obtient alors une fibrine strontique à la place de la fibrine calcique ordinaire. Il suffit de prendre du sang ou du plasma oxalaté, c'est-à-dire privé de calcium, et d'y ajouter une petite quantité d'un sel de strontium, qui, joint au ferment et au fibrinogène, amène la formation d'un coagulum de fibrine strontique.

Les sels de calcium interviennent d'ailleurs dans une autre coagulation, celle du lait. Hammarsten a démontré, il y a plusieurs années, que la formation du fromage ou caséum, c'est-à-dire la précipitation de la caséine du lait par le suc de la caillotte (quatrième estomac du jeune veau), est, tout comme la coagulation du sang, un phénomène de fermentation. Il a donné le nom de *Labferment*, en français *ferment de la présure*, au ferment soluble qui préside à la précipitation de la caséine. Hammarsten a insisté sur les analogies nombreuses que présentent les deux phénomènes: coagulation du sang, caséification du lait. Pagès et Arthus ont montré que le caséum est (comme la fibrine du sang) une combinaison calcique, et que la coagulation du lait (additionné du ferment de la présure) peut être suspendue ou rétablie par la précipitation des sels calciques du lait ou par leur restitution à ce liquide (Confirmation des travaux de Hammarsten.)

Ici les sels de strontium, de baryum ou de magnésium peuvent remplacer ceux de calcium.

Les applications des faits découverts par Arthus concernant le rôle du calcium dans la coagulation du sang sont nombreuses et susceptibles de rendre des services importants aux physiologistes.

Dans toutes les recherches où l'on doit conserver du sang liquide, sans le défibriner, on pourra avec avantage substituer aux procédés ordinaires plus ou moins compliqués, le procédé si simple à l'oxalate alcalin. Citons: les expériences de mesure de la pression sanguine, où le sang doit rester pendant longtemps fluide malgré son contact avec des corps étrangers, tels que le mercure ou les parois du manomètre. Citons encore les expériences de séparation des globules et du plasma sanguin, qui, jusqu'à présent, ne pouvaient être réalisées que par des artifices délicats (refroidissement intense du sang, isolement d'un vaisseau emprunté à un animal de forte taille: la jugulaire du cheval), ou par des additions de quantités notables de substances étrangères (sulfate de magnésium, sulfate de sodium), altérant complètement la composition des liquides naturels. Enfin, peut-être serait-il possible de répéter les expériences de circulation artificielle, en injectant dans les organes que l'on veut soumettre à ce genre d'investigation, du sang complet, non défibriné, mais rendu incoagulable par addition d'un peu d'oxalate ou de fluorure.

La coagulation du lait sous l'influence du ferment de la présure, celle du sang par le ferment de la fibrine, a été étudiée récemment à un autre point de vue, par Fick, de Jager et J. Latschenberger.

Fick rappelle ce fait, connu depuis longtemps, qu'une goutte de solution de présure versée dans un grand volume de lait provoque, pour ainsi dire, instantanément la coagulation de la masse entière du lait. Il lui semble extrêmement peu probable que, dans cette opération, chaque molécule de caséine ait pu subir directement le contact d'une molécule de ferment de la présure: n'est-il pas plus rationnel d'admettre que la précipitation de la caséine, commencée en un point par le contact direct de la présure, s'est ensuite propagée de molécule de caséine en molécule de caséine, et a envahi toute la masse, sans participation ultérieure de la présure? L'ébranlement moléculaire imprimé par le ferment à la première molécule de caséine au moment de sa précipitation se serait ensuite transmis de proche en proche.

Fick a émis une opinion analogue au sujet de la coagulation du sang qui, elle aussi, une fois commencée dans une portion du plasma, se propagerait sans participation ultérieure du ferment. Il a même établi une espèce d'opposition entre: 1° les fermentations de coagulation, dans lesquelles le pro-

cessus de précipitation (coagulation du lait, coagulation du sang) mis en train par le ferment en un point du liquide, s'étend ensuite de lui-même avec une grande rapidité à toute la masse; et 2° les fermentations de dissolution (diastase, pepsine, trypsine, etc.), qui ne se déroulent jamais instantanément, et où chaque molécule de corps fermentescible doit nécessairement subir le contact du ferment.

De Jager a encore renchéri sur l'hypothèse de Fick. Non seulement l'action du ferment soluble peut se transmettre, sans contact direct, à travers la masse du liquide en fermentation, mais elle pourrait s'exercer à distance à travers des substances absolument inertes. Ainsi de la pepsine, conservée à l'intérieur d'un dialyseur, pourrait, sans diffuser au dehors, attaquer et dissoudre des flocons de fibrine placés dans de l'eau acidulée, à l'extérieur du dialyseur. Bien plus, un fragment de pancréas (tissu riche en ferment diastasique), suspendu à une petite distance au-dessus d'une soucoupe remplie d'empois d'amidon, exercerait son action fluidifiante et saccharifiante sur cette substance, à travers la couche d'air qui sépare le pancréas de l'amidon.

Latschenberger croit que Fick dans ses expériences ne s'est pas suffisamment mis à l'abri de la diffusion possible des ferments à travers la masse du liquide coagulable. Latschenberger a répété les expériences de coagulation du sang ou du fibrinogène et celles du lait, en cherchant à éviter cette cause d'erreur. Il introduit dans une des branches (la plus large) d'un tube en U, une colonne de liquide coagulable (plasma sanguin, lait, etc.) et dans l'autre branche (la plus étroite) une colonne de solution de ferment (ferment de la fibrine ou présure), en ayant soin d'éviter le mélange des deux liquides. Dans ces conditions, la coagulation ne se produit au début qu'au niveau de la petite surface de séparation des deux liquides: elle progresse ensuite fort lentement, mettant plusieurs heures à envahir une épaisseur de quelques millimètres de liquide. La diffusion du ferment dans la solution coagulable explique ici suffisamment la coagulation, sans qu'il soit nécessaire de recourir à l'hypothèse de Fick.

Signalons parmi les travaux parus dans ces dernières années sur la coagulation du sang, les intéressantes découvertes faites au laboratoire de physiologie de Leipzig par Lukjanow et Ch. Bohr. Ces expérimentateurs ont trouvé que le tissu pulmonaire exerce sur le sang, qui le traverse, une action anticoagulante des plus prononcées, tandis que les autres tissus du corps augmentent la coagulabilité du sang, et lui restituent ses propriétés plastiques, que son passage à travers le poumon tend à lui faire perdre. L'expérience la plus démonstra-

tive et que j'ai eu l'occasion de répéter moi-même, consiste à supprimer complètement sur un chien vivant le cycle de la grande circulation, pour ne laisser au sang d'autre trajet à parcourir que celui de la circulation pulmonaire et du cœur. Il faut, pour arriver à ce résultat, lier l'aorte et toutes les branches qui en partent, sauf une seule (une artère sous-clavière par exemple), lier autant que possible les veines qui ramènent le sang des différents organes à l'oreillette droite en épargnant un de ces vaisseaux (une branche de la veine cave supérieure). On abouche la seule artère restée perméable avec la seule veine conservée, ce qui permet à l'onde sanguine lancée par le ventricule gauche, de gagner directement l'oreillette droite, sans passer par les capillaires de la circulation générale, qui se trouvent exclus du circuit. Le trajet que suit le sang est donc le suivant: ventricule gauche, aorte, une artère, une veine, veine cave supérieure, oreillette droite, ventricule droit, artère pulmonaire, capillaires pulmonaires, veines pulmonaires, oreillette gauche et ventricule gauche; puis le même cycle recommence. Au bout de moins d'une heure de cette circulation restreinte, dans laquelle le sang n'est plus soumis qu'à l'influence unique du cœur et du poumon, ce liquide a perdu complètement sa coagulabilité. Le fibrinogène a-t-il disparu du sang? Les sels de calcium y font-ils défaut, les éléments producteurs du ferment sont-ils altérés, ou l'absence de coagulation tient-elle à l'introduction dans le sang d'une substance nouvelle qui empêche la réaction de se produire? C'est ce que des recherches nouvelles ne tarderont sans doute pas à nous apprendre.

Quoi qu'il en soit, les expériences de Leipzig ont établi cet autre fait intéressant, c'est que le sang rendu incoagulable par son passage à travers le poumon, récupère la faculté de fournir de la fibrine, quand on lui permet à nouveau de traverser les capillaires de la circulation générale; d'après Bohr, le parenchyme des organes abdominaux jouerait le principal rôle dans le rétablissement de cette propriété du sang.

Nous sommes ainsi conduits à admettre qu'il y a dans l'organisme vivant une lutte incessante entre ces deux tendances antagonistes, l'une suspendant la coagulabilité du sang, et émanant du tissu pulmonaire, l'autre au contraire s'exerçant dans le sens de la coagulation et provenant des différents tissus du corps.

Les dernières recherches publiées par Alexandre Schmidt et par ses élèves sont précisément consacrées à l'étude chimique des influences coagulantes ou anticoagulantes que les cellules vivantes exercent sur le plasma sanguin.

Schmidt a reconnu que les différentes formes de

protoplasmes sont capables de produire le ferment de la fibrine, — mais qu'elles produisent également des substances anticoagulantes, auxquelles il a donné le nom de *Cytoglobines*. Nous attendrons la publication intégrale des recherches de Schmidt, avant d'en entreprendre ici l'exposé.

L'étude des propriétés chimiques des matières albuminoïdes, de leurs dérivés, de l'hémoglobine, etc., a donné lieu, comme les années précédentes, à un nombre considérable de publications, dans le détail desquelles il n'est pas possible d'entrer ici. Signalons ce fait intéressant que d'Arsonval a réussi à photographier les spectres d'absorption de l'hémoglobine et des combinaisons de cette substance avec l'oxygène, l'oxyde de carbone, etc.

II. — CIRCULATION.

Les mémorables travaux de Chauveau et Marey sur le rythme cardiaque, qui datent de 1863, ceux de Marey sur la circulation dans les artères ont depuis longtemps passé dans le domaine classique de la physiologie. Ces recherches cardiographiques et sphymographiques sont à la fois les premières en date et les plus importantes : on peut dire qu'elles représentent encore aujourd'hui, sur ce sujet difficile, le dernier mot de la science. Cependant chaque année quelques-uns des résultats classiques de ces recherches sont remis en question ou attaqués directement par les uns et défendus au contraire par d'autres expérimentateurs. Fick, von Kries, v. Frey et Krehl ont affirmé que les ondulations secondaires du tracé artériel fourni par le sphymographe, ou par les manomètres élastiques, étaient en partie d'origine périphérique et produites par réflexion. Hoorweg, Hürthle, etc. ont défendu la doctrine de Marey, qui fait naître l'ondulation diérote à l'origine du système artériel, et qui admet la propagation de cette ondulation, du cœur vers la périphérie.

Je ne puis que répéter ce que je disais l'an dernier. L'accord se fera le jour où les physiologistes dissidents se donneront la peine de répéter les expériences classiques de Chauveau et Marey, en se plaçant dans les mêmes conditions de réussite, c'est-à-dire en prenant comme sujet le cheval, qui se prête, bien mieux que l'homme ou le chien, aux recherches cardiographiques.

Martin a décrit un nouveau procédé pour prendre chez les animaux domestiques de grande taille (cheval, bœuf, etc.) le tracé de la pulsation de l'aorte abdominale. Le sphymographe à transmission est introduit par l'anus dans les gros intestins et appliqué à la main contre l'aorte.

Hürthle, Jacquet, Bernstein, Hermann, Fr. Franck, Roy, Potain ont fait connaître des perfec-

tionnements ingénieux apportés à la construction des appareils enregistreurs.

Colson a étudié les effets de l'occlusion de l'aorte abdominale, et Slosse ceux de la ligature des artères abdominales. Slosse a constaté qu'après ligature des trois artères intestinales, chez le chien, le rein continue à fonctionner et à fournir une urine à la préparation de laquelle le foie complètement anémié ne peut plus coopérer. L'urine obtenue dans ces conditions est moins abondante qu'à l'état normal, et contient beaucoup moins d'urée et d'ammoniaque. On y trouve de l'albumine et de la propeptone.

Les chiens opérés meurent au bout de quelques heures, en présentant des symptômes d'intoxication du système nerveux central, notamment des convulsions analogues à celles qui caractérisent l'empoisonnement par la strychnine. Ces convulsions ne se présentent pas, comme on sait, si, au lieu de lier les artères des organes abdominaux, on lie la veine porte.

Arthaud et Butte ont lié l'artère hépatique et constaté la disparition du glycogène hépatique à la suite de cette opération.

François Franck a continué ses intéressantes recherches sur la circulation veineuse.

L'année 1890 nous a apporté également un contingent nombreux de travaux se rapportant au fonctionnement des nerfs vaso-moteurs. Bornons-nous à signaler les recherches d'Arthaud et Butte et celles de Morat.

Arthaud et Butte ont montré que le nerf vague exerce une action vaso-constrictrice sur le rein. L'excitation de ce nerf, pratiquée en dessous du cœur, arrête la sécrétion rénale, et arrête l'écoulement du sang par la veine rénale, tout en augmentant la pression générale du sang artériel.

On sait que les nerfs sensitifs, centripètes, quittent la moelle épinière par la voie des racines postérieures, tandis que les nerfs moteurs, sécrétoires, inhibiteurs, etc., en un mot tous les nerfs centrifuges, suivent la voie des racines antérieures. Cette donnée fondamentale dans l'étude du système nerveux a été établie à la suite des travaux de Bell et de Magendie (*loi de Magendie*).

La seule exception à cette loi, signalée par Stricker (1876), concernait les nerfs vaso-dilatateurs qui, d'après lui, quitteraient la moelle par la voie des racines postérieures. Gärtner (1889) avait confirmé les résultats obtenus par Stricker. Morat a repris récemment cette question ; il a constaté que chez le chien, les nerfs vaso-dilatateurs du pénis sortent par les racines antérieures des premières et deuxième paires sacrées, et obéissent par conséquent à la loi de Magendie, contrairement à l'opinion de Stricker.

III. — RESPIRATION.

Le sang subit un double changement chimique, lors de son passage à travers le poumon : la matière rouge des globules, l'hémoglobine, absorbe l'oxygène de l'air des alvéoles, oxygène nécessaire à la combustion organique ; et d'autre part, le sang se débarrasse de l'acide carbonique qu'il contient en excès, et qui provient de la combustion organique.

Ces deux phénomènes d'échange gazeux, absorption d'oxygène et exhalation d'acide carbonique, se font entre l'air des alvéoles d'une part et le sang des capillaires pulmonaires d'autre part, à travers une mince paroi membraneuse. La surface totale des vésicules pulmonaires a été évaluée chez l'homme à 200 mètres carrés ; en admettant que les capillaires en occupent les trois quarts, cela donnerait une surface de 150 mètres carrés à la nappe sanguine qui se trouve en contact presque immédiat avec l'air, et qui se renouvelle constamment. L'épaisseur de cette nappe est fort petite : 0^{mm}008 en moyenne (diamètre des capillaires pulmonaires). Les surfaces de contact entre le sang et l'air présentent donc dans le poumon un développement colossal, condition éminemment favorable à la diffusion gazeuse, et à l'établissement rapide d'un équilibre de tension entre les gaz du sang et ceux de l'air des alvéoles.

L'air que nous respirons contient près de 21 % d'oxygène et seulement 3 à 4 dix-millièmes d'acide carbonique. La tension de l'oxygène à la pression barométrique ordinaire est donc de 21 % d'une atmosphère et celle de l'acide carbonique presque nulle, 0,03 à 0,04 % At. L'expérience directe a montré que le sang veineux qui arrive au poumon présentait une tension d'oxygène faible, ne dépassant guère 3 % d'une atmosphère, tandis que la tension de l'acide carbonique était comprise entre 3,81 % et 5, 4 % d'une atmosphère. Les lois de la diffusion exigent que l'air des alvéoles pulmonaires cède de son oxygène au sang, tant que l'équilibre de tension n'est pas atteint ; et que réciproquement le sang veineux cède de son acide carbonique à l'air du poumon. Les échanges gazeux dont le poumon est le siège semblent donc pouvoir s'expliquer en quantité et en qualité par un simple phénomène de diffusion physique : diffusion dans laquelle la mince membrane qui sépare l'air et le sang, jouerait un rôle purement passif. Telle est la doctrine classique, que l'on se plaisait à considérer comme établie sur des bases inébranlables.

Pour Bohr, la respiration pulmonaire n'est pas un phénomène physique simple, réductible à un échange, par diffusion physique, de gaz séparés par une membrane inerte, et présentant des tensions différentes sur les deux faces de la membrane.

Bohr a repris les expériences dans lesquelles ses prédécesseurs, principalement Pflüger et ses élèves, avaient déterminé la tension de l'oxygène et celle de l'acide carbonique dans le sang artériel et dans le sang veineux, et est arrivé à des résultats numériques très différents. Il a trouvé la tension de CO² nulle ou presque nulle dans le sang : aucune raison physique tirée de la diffusion ne peut donc expliquer l'exhalation de ce gaz au niveau des alvéoles pulmonaires.

Et quant à l'oxygène, dans plusieurs de ses expériences le sang artériel, c'est-à-dire le sang qui revient du poumon, lui a présenté une tension de ce gaz supérieure à celle qui règne dans l'air des alvéoles. Ici aussi, la diffusion seule est incapable d'expliquer complètement l'absorption d'oxygène.

Pour Bohr, le tissu pulmonaire, c'est-à-dire la paroi de la vésicule qui sépare le sang et l'air dans l'acte de la respiration, n'est pas la membrane inerte admise jusqu'à présent par les physiologistes. Les cellules qui tapissent la surface interne des alvéoles interviennent activement pour décomposer les combinaisons de l'acide carbonique du sang, et pour rejeter le gaz carbonique du côté de l'atmosphère des vésicules. Ces éléments histologiques président pareillement à l'absorption de l'oxygène. Le poumon deviendrait ainsi l'analogue physiologique des autres glandes du corps, dont il est d'ailleurs l'analogue au point de vue anatomique et embryogénique.

Les recherches de Bohr tendent également à révolutionner toutes les notions classiques sur l'état dans lequel se trouvent l'oxygène et l'acide carbonique du sang. Bohr admet l'existence de quatre combinaisons différentes de l'oxygène avec la matière rouge du sang ou hémoglobine : Une oxyhémoglobine α , une β , une γ et une δ , absorbant respectivement 0,4, 0,8, 1,7 et 2,7 centimètres cubes d'oxygène par gramme. Il y aurait de même une série de combinaisons de l'hémoglobine avec l'acide carbonique :

Carbo-hémoglobine	β	absorbant	1,5	centim.	cube de CO ² ,
—	γ	—	3	—	—
—	δ	—	6	—	—

Il existe, dans l'organisme, d'autres surfaces comparables à celles du poumon, formées également d'un revêtement de cellules plates que l'on avait toujours considérées comme constituant des membranes inertes, laissant indifféremment passer les liquides et les gaz en vertu des lois de la diffusion. Citons la surface interne des vaisseaux capillaires, à travers laquelle une partie du plasma sanguin filtre constamment pour former la lymphe. La lymphe est encore, pour la plupart des physiologistes, un simple liquide de transsudation physique, formé sous l'influence de la pression

sanguine. J'ai relaté ici l'année dernière les expériences de Heidenhain, qui tendent au contraire à faire considérer la lymphe comme un produit de sécrétion des parois des capillaires. Les cellules des parois des capillaires font, parmi les substances contenues dans le sang, une véritable sélection, laissant passer les unes pour en former la lymphe, et retenant plus ou moins les autres.

Les branchies des animaux aquatiques nous présentent également un système de membranes séparant le sang de l'animal, de l'eau de mer extérieure. C'est à travers ces membranes, que se font les échanges gazeux de la respiration : absorption de l'oxygène de l'eau, et rejet au dehors de l'acide carbonique du sang. J'ai fait l'année dernière sur la branchie des poissons de mer quelques expériences qui m'ont conduit à des résultats curieux. J'ai constaté que la membrane branchiale n'est pas non plus une cloison poreuse inerte ; elle laisse passer les gaz *oxygène* et *acide carbonique*, qui servent aux échanges respiratoires ; mais elle arrête les sels de l'eau de mer : elle fait donc un véritable choix parmi les substances dissoutes dans le milieu extérieur.

L'eau dans laquelle vivaient les poissons sur lesquels j'ai expérimenté contenait près de 4 % de sels solubles (eau de la Méditerranée, prise à Banyuls-sur-Mer), tandis que leur sang n'en contenait que 18 $\frac{00}{100}$. L'équilibre salin entre le sang et l'eau était donc loin d'être atteint. Cet équilibre, au contraire, s'établit rapidement si l'on remplace la membrane branchiale vivante par une membrane de papier parchemin. Pour réaliser cette condition expérimentale, il suffit de placer le sang dans un boyau de papier parchemin faisant office de dialyseur, et de suspendre le tout dans un gobelet contenant de l'eau de mer. Les sels de l'eau de mer diffusent vers le sang, jusqu'à ce que l'équilibre osmotique soit établi.

Le placenta, ce gâteau vasculaire qui sert d'intermédiaire physiologique entre la mère et l'enfant, pendant la vie intra-utérine, nous présente également des cloisons membraneuses séparant le sang de la mère de celui du fœtus. Les expériences de Zuntz et de Krukenberg nous avaient déjà appris que les sels contenus dans le sang maternel ne passent pas indifféremment dans le sang du fœtus. E. Wertheimer et Meyer ont décrit deux cas d'intoxication mortelle par l'aniline et la toluidine observés chez des chiennes pleines. Dans les deux cas, la substance toxique existait en quantité notable dans le sang de la mère, mais n'avait pas passé dans le sang des fœtus qui n'en contenait pas trace.

L'année 1890 nous a fourni plusieurs travaux de valeur concernant l'innervation des centres respiratoires.

Les physiologistes ne sont pas d'accord sur la cause à laquelle il faut attribuer la production des premiers mouvements respiratoires chez le fœtus des mammifères au moment de la naissance. Les uns, adoptant les idées de Preyer, admettent que l'activité des centres nerveux respiratoires est mise en jeu par voie réflexe, au moment de la naissance. Le point de départ devrait donc être cherché à la périphérie : la vive irritation des nerfs sensibles de la peau, due au froid extérieur, et au contact des corps étrangers, se transmettrait aux centres et provoquerait leur excitation.

Mais la plupart des physiologistes expliquent, avec Schwartz et Rosenthal, la production des premiers mouvements respiratoires par un mécanisme tout différent. Il s'agirait d'une action directe du sang fœtal sur les cellules nerveuses des centres respiratoires. Dès que le jeune mammifère est né, les conditions de l'hématose changent complètement. La consommation de l'oxygène et la production de l'acide carbonique éprouvent brusquement une augmentation colossale, par suite des mouvements musculaires : en même temps, le renouvellement des échanges gazeux n'a plus lieu dans le placenta maternel, par suite de l'arrêt de circulation qui s'y produit. Ce réservoir d'oxygène n'est donc pas accessible au sang de l'enfant. Ce sang acquiert en peu de temps un degré de véno-sité suffisant pour exciter les centres respiratoires et provoquer leur intervention active.

Les expériences récentes d'Engström montrent que chez des fœtus de cobayes et de lapins encore contenus dans leurs membranes, et suffisamment protégés contre le froid et contre toute cause d'irritation des nerfs cutanés, la simple interruption de la circulation placentaire suffit pour provoquer des mouvements respiratoires. L'excitation des nerfs cutanés n'est pas indispensable à l'établissement de ces mouvements ; mais elle constitue un puissant adjuvant de leur production, comme le savent les accoucheurs.

Sandmair, François-Franck ont fait des expériences sur les conditions dans lesquelles se produit la contraction des muscles bronchiques : excitation du pneumogastrique, irritation de l'endocarde ou de la surface interne de l'aorte.

IV. — CHALEUR ANIMALE.

Plusieurs physiologistes ont constaté que, chez l'homme et les animaux à sang chaud, la valeur des combustions interstitielles (mesurée par l'importance de l'absorption d'oxygène et de l'exhalation d'acide carbonique qui s'effectuent dans les poumons) présente un minimum, lorsque la température extérieure est voisine de $+18^{\circ}$ à $+20^{\circ}$. Dès que cette température s'abaisse, les combus-

tions interstitielles augmentent d'intensité; il en est de même si la température extérieure dépasse notablement $+ 20^{\circ}$. Rosenthal et Ansiaux ont constaté la même relation entre les variations de la température du milieu extérieur et la quantité de chaleur produite par les animaux à sang chaud; ils ont eu recours à la méthode calorimétrique directe, si facile à appliquer grâce au calorimètre à air imaginé par d'Arsonval. La quantité de chaleur cédée au calorimètre par les lapins et les cobayes est au minimum pour une température extérieure voisine de $+ 20^{\circ}$. Elle augmente dès que la température extérieure s'éloigne notablement en plus ou en moins de cette température moyenne de $+ 20^{\circ}$. Il y a donc accord complet entre les résultats fournis par la méthode calorimétrique directe, et par les méthodes indirectes qui déduisent la production de chaleur de la consommation de l'oxygène.

Ce résultat facile à prévoir demandait cependant à être vérifié expérimentalement, attendu que plusieurs physiologistes, notamment Ch. Richet et ses élèves, étaient arrivés dans leurs expériences à ce résultat paradoxal, que l'augmentation ou l'abaissement de la température extérieure agit différemment sur la consommation d'oxygène et sur le rayonnement calorifique des animaux homéothermes. Le minimum des échanges respiratoires correspond pour eux au maximum de la radiation thermique.

Ch. Richet a continué ses recherches sur l'influence que la taille, ou plus exactement la surface de refroidissement, c'est-à-dire l'étendue du tégument cutané, exerce sur la thermogénèse. Il y a proportionnalité rigoureuse entre ces deux grandeurs. Toutes choses égales d'ailleurs, l'exhalation de l'acide carbonique est proportionnelle à l'étendue de la surface cutanée ($0^{\text{sc}}. 0027$, par centimètre carré de surface et par heure).

D'Arsonval a perfectionné ses appareils calorimétriques. Berthelot et André ont déterminé les chaleurs de combustion des principaux composés azotés contenus dans les êtres vivants.

M. Kochs a émis récemment une théorie nouvelle de l'acclimatement de l'homme et des animaux domestiques dans les pays chauds. Les animaux à sang chaud, dit-il, ne peuvent résister aux températures élevées des régions tropicales, que par une diminution notable de la valeur de leurs combustions interstitielles. Cette diminution elle-même est obtenue, grâce à un changement dans la composition centésimale de la substance de nos tissus : la proportion de substance active diminue considérablement par rapport à la proportion d'eau, c'est-à-dire de substance indifférente. Tandis que dans les climats tempérés, la proportion centésimale d'eau contenue dans les muscles de l'homme

et des ruminants, varie de 72 à 75 %, cette proportion s'élèverait à plus de 80 % chez les individus vivant dans les pays chauds. Dans cette théorie, l'Européen qui se transporte dans un pays à température élevée serait acclimaté lorsque ses tissus ont acquis cette proportion élevée d'eau. Ce changement de composition chimique serait cause de la diminution de l'activité musculaire et intellectuelle.

V. — DIGESTION ET NUTRITION.

Nous ne pouvons citer ici tous les travaux de détails parus depuis l'année dernière sur la sécrétion des sucs digestifs. Mentionnons cependant les recherches de Wertheimer sur la sécrétion salivaire. D'après Wertheimer le ganglion sous-maxillaire peut jouer réellement le rôle d'un centre nerveux réflexe, pour la sécrétion de la salive dans la glande sous-maxillaire, comme l'avait admis Claude Bernard. Schiff avait contesté le fait.

Arloing a montré que le grand sympathique cervical contient chez le bœuf et la chèvre des filets excito et fréno-sécrétoires destinés aux glandes du mule et à la glande lacrymale. Moussu a déterminé les nerfs excito-sécrétoires des glandes parotides chez le bœuf, le mouton, le cheval et le porc, et a montré que ces nerfs partent de la racine motrice du trijumeau, et non du facial comme on l'admettait jusqu'à présent.

Dastre a continué ses études sur la sécrétion biliaire et indiqué un procédé qui permet l'établissement d'une fistule permanente de la vésicule biliaire chez le chien.

Un grand nombre d'expérimentateurs ont continué à prendre la fonction glycogénique du foie comme sujet de leurs investigations. Je me propose d'analyser ici dans une autre occasion les principaux travaux parus sur cette importante question depuis quelques années.

VI. — PHYSIOLOGIE DES MUSCLES.

Depuis quelques années, l'emploi de l'électrode capillaire de Lippmann tend à se généraliser pour l'étude des phénomènes électriques présentés par les nerfs et les muscles. Comme on le sait, cet instrument révèle l'existence des courants électriques et de leurs variations, par des déplacements microscopiques d'une colonne de mercure contenue dans un tube de verre capillaire. La masse de mercure mise en mouvement dans le capillaire est si minime, qu'on peut entièrement faire abstraction de l'influence de l'inertie : les déplacements de la surface libre du mercure sont capables de suivre, sans temps perdu appréciable, les variations les plus rapides et les plus compliquées dans l'intensité d'un courant électrique.

Les boussoles et les galvanomètres employés couramment jusqu'à présent en électrophysiologie, présentaient sous ce rapport un grave défaut, dû à l'inertie de la masse métallique de l'aimant que le courant électrique avait à ébranler et à mettre en mouvement. Ces instruments étaient incapables de suivre des variations tant soit peu rapides de l'état électrique d'un nerf ou d'un muscle; et les physiologistes avaient dû, pour ces études, imaginer des méthodes fort compliquées (*Rhéotome* de Bernstein).

L'emploi de l'électromètre, combiné avec l'inscription photographique des excursions du ménisque mercurel de l'instrument, a permis de résoudre quelques-unes des questions d'électrophysiologie que les anciennes méthodes avaient laissées indécises. On ne connaissait pas la relation exacte de temps, qui existe dans la contraction musculaire, entre le début du phénomène mécanique de raccourcissement et celui du phénomène électrique connu sous le nom de *variation négative*. On admettait assez généralement que le phénomène électrique précède le début de la contraction, et se développe par conséquent pendant la période dite *latente* de la contraction, c'est-à-dire pendant l'intervalle fort court (quelques millièmes de seconde) qui sépare le moment de l'excitation de celui du début du raccourcissement musculaire. Burdon-Sanderson a réussi à photographier sur la même plaque sensible le tracé du signal d'excitation du muscle, celui de la contraction musculaire ainsi que celui de l'électromètre capillaire. La vitesse de translation de la plaque était contrôlée par l'inscription photographique des vibrations d'un diapason. Burdon-Sanderson a constaté, au moyen de cette méthode élégante, que la variation électrique et la contraction mécanique du muscle débutent exactement en même temps, environ deux centièmes et demi de seconde ($= \frac{1}{400}$) après le moment de l'excitation. Les deux phénomènes présentent donc un retard ou temps perdu identique.

Gad et Heymans ont étudié l'influence que la température exerce sur la contraction musculaire. Leur travail a été couronné par l'Académie des Sciences de Paris.

La contraction du muscle triceps fémoral, qui se produit chez l'homme ou chez les animaux quand on percute le tendon rotulien, est considéré par les physiologistes et les pathologistes comme un phénomène réflexe, nécessitant par conséquent l'intervention de nerfs sensibles, de centres nerveux spinaux et de nerfs moteurs. A. D. Waller combat cette explication classique, en se basant principalement sur la faible durée (moins d'un centième de seconde, selon lui) du temps perdu, c'est-à-dire du temps qui s'écoule entre le moment

de l'excitation mécanique, par choc du tendon, et le début de la contraction musculaire. La contraction serait, d'après lui, produite par excitation mécanique directe du muscle. Le temps perdu correspondant aux réflexes les plus simples comporte toujours, comme on le sait, un minimum de plusieurs centièmes de seconde.

Deux des maîtres de la Physiologie, Chauveau et Marey, nous ont donné chacun un ouvrage capital sur la physiologie du mouvement, le *Vol des Oiseaux* (Marey) et la *Contraction musculaire* (Chauveau).

Zuntz a récemment repris une question intéressante, celle de la comparaison du muscle vivant avec les machines à vapeur ou à gaz, au point de vue de l'utilisation de l'énergie chimique et de sa transformation en énergie mécanique. Les meilleures machines à gaz n'utilisent, d'après Schotte, que 7,33 % de la chaleur de combustion du charbon; et dans les machines à gaz on ne recueille sous forme de travail que 10,82 % de l'énergie calorifique du gaz brûlé.

Les expériences de Zuntz, Lehmann et Hagemann faites sur le cheval, celles de Katzenstein, Gärtner, etc., faites chez l'homme, ont montré que le moteur vivant utilise jusqu'à 35 % de l'énergie de combustion des aliments, et la fait apparaître sous forme de travail extérieur. Le moteur vivant est donc, sous ce rapport, très supérieur à la machine à feu. Les moteurs électriques alimentés par des piles présenteraient seuls un rapport encore plus favorable entre l'énergie chimique dépensée dans la pile et le travail extérieur fourni par le moteur.

Mais il ne faut pas oublier que si la chaleur rayonnée par une machine à gaz peut légitimement être considérée comme un déchet, il n'en est plus de même pour l'animal à sang chaud envisagé comme moteur. La chaleur produite dans les muscles, concurremment au travail, est aussi utile, aussi nécessaire à l'organisme que ce dernier. La portion d'énergie chimique des aliments qui se convertit en chaleur doit être rangée dans la colonne des profits, et non dans celle des pertes, lorsque l'on dresse le bilan de l'organisme.

Voici quelques chiffres intéressants cités par Zuntz : 1000 kilogrammètres de travail pendant l'ascension (déplacement vertical) correspondent à la combustion de 1^{er}, 665 de chair musculaire, ou 0^{er}, 7151 de graisse, ou 1^{er}, 6315 de fécule ou 1^{er}, 6846 de sucre, c'est-à-dire à la mise en liberté de 2857,1 kilogrammètres d'énergie chimique, dont 1857,1 sont transformés en chaleur (4.3695 calories). Chez l'homme, 1.000 mètres de déplacement horizontal correspondent par kilogramme de poids à la combustion de 0^{er}, 12701 de chair musculaire (0^{er}, 05457 de graisse, ou 0^{er}, 12471 de fécule, ou 0^{er}, 12854 de sucre).

En ce qui concerne la physiologie spéciale des mouvements, la mécanique du larynx et celle de la phonation ont fait l'objet de plusieurs travaux intéressants. Les recherches de Hermann et de Pipping sur le timbre des voyelles se rattachent au même sujet.

VII. — SYSTÈME NERVEUX.

Les expérimentateurs avaient jusqu'à présent deux procédés d'investigation à leur disposition dans l'étude des localisations cérébrales : 1° l'extirpation de la portion du cerveau dont on veut déterminer la fonction, extirpation suivie d'une suppression ou d'une altération profonde de la fonction ; 2° l'excitation directe, électrique ou chimique, de la substance nerveuse, excitation qui pour certaines régions déterminées de la substance cérébrale, donne lieu à des mouvements limités à un petit nombre de muscles, soit du membre antérieur, soit du membre postérieur, soit d'une autre portion du corps.

C'est ainsi que la destruction d'une partie déterminée de la surface du cerveau, dans la région occipitale droite du singe, abolit la vision dans la moitié droite de chaque rétine. L'animal opéré ne voit plus rien dans toute la moitié gauche du champ visuel. Au-devant de cette région *psycho-optique* de l'écorce cérébrale, il y a une région dite *psycho-motrice*, dont l'excitation électrique provoque des mouvements des muscles de l'œil. On a pareillement déterminé à la surface du cerveau des régions *psycho-acoustique*, *psycho-olfactive*, etc.

Beck a imaginé un troisième procédé appelé à compléter et à contrôler les résultats fournis par les deux premières méthodes dans l'étude fonctionnelle de la topographie cérébrale.

Ce procédé utilise la variation électrique négative, comme signe révélateur de l'activité de telle ou telle portion de l'écorce cérébrale, survenant à la suite d'une excitation sensorielle appliquée à la périphérie.

Ceci demande un mot d'explication : du Bois-Reymond a montré que les nerfs, les muscles et les éléments vivants en général, lorsqu'ils sont excités et qu'ils passent de l'état de repos à l'état d'activité, sont le siège d'un phénomène électrique spécial auquel il a donné le nom de *variation négative*.

D'après Hermann, la variation négative consisterait en ceci, que la portion irritée de substance vivante devient négative par rapport aux portions voisines restées au repos. Siczcznow, Gotch et Horsley ont montré récemment (1888-1889) que les centres nerveux, notamment la moelle allongée et la moelle épinière, présentent (comme les nerfs et les muscles) le phénomène de la variation négative

quand on les excite. C'est ce fait que Beck a utilisé pour l'étude topographique du cerveau.

Supposons qu'il s'agisse de déterminer la situation du centre *psycho-optique*. On appliquera deux électrodes imparialisables sur deux points symétriques de la surface du cerveau et on les reliera à un galvanomètre très sensible. On n'observera aucune déviation ou une déviation insignifiante de l'aimant tant que l'animal est au repos. A ce moment on fera tomber une vive lumière sur un endroit déterminé de l'une des rétines de l'animal : si l'une des électrodes appliquée à la surface du cerveau touche le centre psycho-optique correspondant, on en sera immédiatement averti par le développement d'un courant électrique et d'une déviation de l'aimant indiquant que cette électrode est électrisée négativement. S'il n'y a pas de déviation de l'aimant, cela indiquera que les électrodes ne sont pas à la bonne place : il s'agit alors de trouver cette place par tâtonnements, en déplaçant les électrodes, jusqu'à ce que la déviation se produise au moment où l'œil droit est excité par la lumière. En excitant ensuite la portion symétrique de l'œil gauche, on obtiendra une déviation semblable de l'aimant, mais dans l'autre sens.

Ces faits ont été pleinement confirmés par Fleischl v. Marxow qui avait fait des expériences analogues en 1883 et en avait consigné les résultats dans un billet cacheté déposé à l'Académie des Sciences de Vienne. La publication du travail de Beck l'a déterminé à rompre le silence.

Fleischl a constaté en outre que l'anesthésie par le chloroforme supprime complètement les manifestations électriques dans les centres nerveux, au moment de l'excitation de la rétine ou des nerfs sensibles. Cette observation peut servir jusqu'à un certain point à résoudre la question suivante : La suppression de la douleur est-elle réelle dans l'anesthésie chloroformique ; ou, y a-t-il seulement, après le réveil, suppression du souvenir de la douleur perçue réellement malgré l'anesthésie ? Puisque le chloroforme supprime la manifestation matérielle (variation électrique) du phénomène psychique de la sensibilité, il est probable que le phénomène psychique fait lui aussi défaut pendant l'anesthésie.

Peut-être les faits signalés par Beck, par Fleischl, par Gotch et Horsley mettront-ils fin à la controverse qui se poursuit depuis plusieurs années entre les partisans et les adversaires de la doctrine des centres corticaux psycho-moteurs et psychosensibles. Signalons parmi les travaux parus l'année dernière sur ce sujet, les expériences de Brown-Séquard, les recherches de Munk, Mott, Schaefer, Obregiu, Gilman Thompson et Sanger-Brown sur les centres corticaux de la vision, celles

de H. Krause sur le centre cortical des mouvements du larynx, celles de Mott et Schaefer sur l'excitation du corps calleux, celles de v. Korányi sur la destruction du corps calleux, de Flechsig sur les fonctions acoustiques des tubercules quadrijumeaux inférieurs ¹, etc.

« Un chapitre très intéressant de la physiologie du bulbe est celui de l'influence qu'exercent les uns sur les autres la plupart des centres nerveux groupés dans cet organe. L'activité de l'un d'entre eux retentit pour ainsi dire forcément sur celle du centre voisin, et souvent le phénomène ainsi provoqué par irradiation ne paraît être d'aucune utilité pour l'acte auquel il s'associe ». (Wertheimer). C'est ainsi que, chez le chien, chaque mouvement d'inspiration s'accompagne d'une accélération des pulsations cardiaques et d'une dilatation des petits vaisseaux. Il s'agit d'une association d'action des centres nerveux respiratoire, modérateur du cœur et vaso-constricteur, situés, comme on sait, dans la moelle allongée et très voisins les uns des autres.

Par un mécanisme semblable, les mouvements de déglutition peuvent, eux aussi, modifier le rythme de la respiration et celui du cœur. D'après Meltzer (1883), chaque mouvement de déglutition s'accompagne chez l'homme d'une accélération passagère des battements du cœur et d'un arrêt de la respiration. Cette accélération est suivie d'une période ultérieure de ralentissement du rythme cardiaque.

Wertheimer et Meyer ont constaté que chez le chien, au contraire, les mouvements de déglutition s'accompagnent d'un ralentissement ou même d'un arrêt complet du cœur.

Le ralentissement du cœur doit son origine à l'association fonctionnelle de trois centres bulbaire impliqués dans le phénomène. Le centre de la déglutition, au moment où il entre en action, exerce une influence d'arrêt sur le centre de la respiration, et l'inhibition respiratoire a elle-même comme conséquence un renforcement d'activité de l'appareil modérateur du cœur.

A. Charpentier a poursuivi ses intéressantes recherches sur la comparaison des sensations visuelles et auditives au point de vue de la durée et de l'intensité d'action de l'agent excitant.

On sait que les animaux empoisonnés par la naphthaline présentent des altérations du cristallin amenant une véritable cataracte. P. Kolinski a montré récemment que la naphthaline agit non seulement sur les yeux, mais en même temps aussi sur les organes internes. Les lésions anatomiques

provoquées par la naphthaline dans divers organes peuvent être ramenées principalement à des changements dans le système vasculaire. Quant à la cataracte, elle est d'origine secondaire et due aux lésions de la choroïde, de la rétine et du corps vitré.

VIII. — REPRODUCTION.

On sait que l'enfant, encore contenu dans l'utérus maternel, est plongé dans un bain de liquide *amniotique*. Quelle est l'origine de ce liquide? Est-ce un produit de transsudation emprunté aux vaisseaux maternels et destiné à contribuer à la nutrition du fœtus, ou faut-il y voir au contraire une accumulation d'urine fœtale?

Les deux opinions ont été soutenues. Doederlein a cherché à élucider cette question en s'adressant à l'espèce bovine, où le liquide allantoïdien (provenant de la sécrétion rénale du fœtus) reste séparé, pendant toute la durée de la gestation, du liquide amniotique proprement dit. Il résulte des analyses qu'il a faites de ces deux liquides, aux différentes périodes de la gestation, que le liquide amniotique proprement dit ne contient pas d'albumine, et présente une composition saline constante semblable à celle du sérum sanguin. Ce liquide paraît se former uniquement pendant la première moitié de la vie intra-utérine, par transsudation aux dépens des vaisseaux maternels. Dans la seconde moitié de la gestation, le liquide en question diminue peu à peu en quantité : il est avalé par le fœtus, comme le prouve l'analyse du contenu stomacal de ce dernier. On ne peut cependant pas le considérer comme un véritable liquide nutritif, puisqu'il ne contient pas d'albumine. Il ne peut fournir à l'organisation fœtale que de l'eau, des sels et une petite quantité de matières organiques.

Le liquide allantoïdien au contraire présente une composition saline semblable à celle de l'urine du jeune veau et très différente de celle du plasma sanguin. Ce liquide, dont la quantité augmente progressivement jusqu'au moment de la naissance, doit être considéré comme formé par une accumulation de l'urine du fœtus. Le fait qu'il contient de l'albumine en quantité notable n'est nullement contraire à cette manière de voir, puisque les premières urines du jeune veau sont albumineuses.

Si ces données sont applicables à l'espèce humaine, il faut considérer le liquide amniotique (comprenant le liquide amniotique proprement dit et le liquide allantoïdien) comme ayant une double origine : ce serait un mélange liquide de transsudation sanguine et de produits de la sécrétion rénale du fœtus.

Léon Fredericq,

Professeur de Physiologie à l'Université de Liège,

¹ Les intéressants travaux de Steiner sur les fonctions des centres nerveux des animaux invertébrés méritent également une mention spéciale.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1^{re} Sciences mathématiques.

Poincaré (H.), *Membre de l'Institut*. — Sur la résonance multiple des oscillations hertziennes. (*Archives de Genève*, t. XXV, p. 609, juin 1891 ¹.)

MM. Sarasin et de la Rive avaient expliqué leur découverte du curieux phénomène de la résonance multiple par l'hypothèse que l'excitateur de Hertz produit un spectre continu entre certaines limites. Sans vouloir contester l'exactitude de cette théorie, M. Poincaré cherche à montrer que l'on peut trouver, par une autre voie, une explication plausible des phénomènes. Si la théorie élémentaire est exacte, l'excitateur ne doit donner que certaines harmoniques distinctes, auxquelles l'étincelle excitatrice communique un certain flou; mais une cause probablement plus efficace, de la résonance multiple repose sur le rapide amortissement des oscillations émises par l'excitateur. M. Poincaré développe donc le calcul rigoureux de cet amortissement, calcul auquel il avertit, du reste, de ne pas prêter plus de précision que le phénomène n'en comporte.

Dans l'excitateur sphérique de Lodge, l'amortissement est tel que chaque oscillation est d'un sixième environ de la précédente; dans l'oscillateur de Hertz, le décrement est moindre, quoique considérable encore: une bonne partie de cet amortissement tient à l'énergie rayonnée, qui atteint un sixième de l'énergie totale.

Quant à l'amortissement du résonateur, que l'éminent auteur calcule pour un fil rectiligne et pour un

1. En notre temps, où chaque branche de nos connaissances s'émiette en menues parcelles, où de simples chapitres d'une science possèdent leurs revues spéciales, il ne sera peut-être pas inutile d'indiquer, — à l'occasion de quelques mémoires parus dans les *Archives de Genève*, — le programme qui valut à ces *Archives* leur antique renom; il suffit cependant de parcourir les derniers volumes de ce beau recueil pour se convaincre que, légèrement modifié, limité à certaines questions spéciales des sciences physiques et naturelles, il reste en tous points digne du passé. Les *Archives* sont, avant tout, l'organe des savants suisses, et, en particulier, de la Société helvétique des sciences naturelles, dont l'objet le plus original est l'étude des nombreux phénomènes que la Suisse, seule en Europe, offre à profusion: le terrain extraordinairement soulevé et érodé présente au géologue le plus beau champ d'études; c'est en Suisse aussi qu'il faut aller pour étudier les glaciers et la flore de la haute montagne. Cela seul suffirait pour assigner aux *Archives* une place à part. Mais, en physique et en chimie, la Suisse ne possède, semble-t-il, aucun privilège spécial; tandis qu'il existe une physique allemande, anglaise ou française, il n'existe pas, à proprement parler, de physique suisse; ici l'originalité restait à créer; la rédaction des *Archives* a compris que l'on rendrait grand service aux lecteurs de langue française en leur faisant connaître, par des traductions de mémoires originaux et souvent inédits, et par des analyses très complètes, les découvertes importantes des autres pays limitées à quelques questions spéciales et à l'ordre du jour; les *Archives* en deviennent le centre de publicité. C'est ainsi qu'elles ont donné le premier mémoire original et semi-populaire de M. Hertz sur les ondulations électriques, mémoire reproduit *in extenso* par quelques revues françaises; les beaux travaux exécutés à la suite de ceux de M. Hertz par MM. Sarasin et de la Rive ont paru dans les *Archives*, et c'est là aussi que M. Poincaré a donné ses derniers mémoires sur la question. L'analyse faite par M. Ph.-A. Guye des théories de M. Van der Waals a été, pour la plupart de nos confrères, une véritable révélation et a provoqué la publication, dans les *Archives*, d'importants Mémoires sur la ques-

tion inducteur circulaire, en faisant le rapport de l'énergie totale et de l'énergie rayonnée pendant une demi-oscillation, il est inférieur à $\frac{1}{50}$ pour le premier, et beaucoup plus petit pour le second; il est négligeable vis-à-vis de celui de l'excitateur.

La force électrique en un point quelconque du résonateur, et à un instant postérieur à l'éclatement de l'étincelle, est donnée par le produit d'une sinusoïde par une exponentielle du temps; en d'autres termes, c'est une oscillation harmonique amortie. Le problème est ramené ainsi à l'intégration de l'équation

$$\frac{d^2x}{dt^2} + m^2x = Ae^{-at} \cos nt.$$

La valeur de x , quantité dont dépend l'amplitude des oscillations de la première harmonique, s'en déduit aisément; elle est constituée par l'ensemble de deux oscillations, dont l'une est amortie, et l'autre d'amplitude constante; elles ont respectivement la période d'oscillation de l'excitateur et du résonateur. On en déduit, en comparant les paramètres, que l'amplitude de la vibration du résonateur est plus grande que l'amplitude initiale de celle de l'excitateur. En faisant varier la période $\frac{2\pi}{m}$ du résonateur, on trouve que le

maximum de résonance se produit pour $m = \sqrt{n^2 - a^2}$; sa valeur est sensible, hors de l'égalité de m et n , si a , c'est-à-dire l'amortissement, est très grand.

Dans le cas d'une réflexion sur une paroi métallique, les termes qui contiennent le facteur e^{-at} sont évanouis au moment où l'on observe la résonance; la période du résonateur intervient seule, et l'intervalle correspond à sa longueur.

Ch.-Ed. GUILLAUME.

Bjerknes (V.). — Sur le mouvement de l'électricité dans l'excitateur de Hertz (*Archives de Genève*, t. XXVI, p. 228, septembre 1891.)

Dans ce mémoire, ainsi que dans deux notes parues aux *Annales de Wiedemann* (t. XLIV, p. 74 et 92). « Sur l'amortissement des oscillations électriques » et « Sur la résonance multiple » l'auteur part d'une hypothèse analogue à celle de M. Poincaré; il arrive aux mêmes équations, et trouve que l'amortissement considérable de l'excitateur suffit à expliquer la résonance multiple. Ce qui fait l'originalité et la réelle valeur de ce travail, c'est que l'auteur a déterminé par l'expérience le décrement des oscillations de l'excitateur et du résonateur. Pour le premier le rapport de chaque oscillation à la précédente est 0,77, tandis que, dans le second, l'amortissement est de 2 pour mille seulement. Il en résulte qu'après un petit nombre d'oscillations de l'excitateur, celui-ci n'agit plus sensiblement sur le résonateur, dont les ondes décroissent lentement; et, si la différence d'oscillation propre des deux systèmes n'est pas telle que l'interférence soit complète pendant que les ondes excitatrices ont une valeur sensible, on observera toujours l'étincelle induite.

Une autre conséquence de cet amortissement est que les ondes de retour, dans le cas d'une réflexion, n'interfèrent pas complètement avec les ondes d'aller, et qu'il n'existe pas de nœuds absolus; ainsi, le mouvement dans le premier nœud dépasse le dixième de celui qui régit dans le premier ventre.

Ch.-Ed. GUILLAUME.

Sparre (C^{te} de). — Sur le pendule de Foucault. *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, 14^e année, 1890, 2^e partie, page 284. Bruxelles, 1891.

Le très intéressant Mémoire de M. de Sparre, dans lequel il établit les équations du pendule de Foucault, en tenant compte des termes de l'ordre du carré de la vitesse angulaire de rotation de la Terre, a été présenté à l'Académie des Sciences au début de cette année et soumis à l'examen d'une Commission formée de MM. Hermite, Resal, Sarrau, Léauté. Nous ne pouvons mieux faire que de renvoyer ceux de nos lecteurs qui voudraient apprécier l'importance de ce travail, au rapport qui a été fait par M. Resal dans la séance du 13 avril, rapport à la suite duquel, conformément aux conclusions de la Commission, l'Académie a voté l'insertion au Recueil des Savants étrangers.

L. O.

Thurston (R.-H.). — Reducing internal wastes of the steam-engine. (*Réduction des pertes de chaleur dans la machine à vapeur*). *American Society of Civil engineers, Transactions*, vol. XXIV, 1891.

M. R.-H. Thurston a entrepris depuis un certain temps dans son laboratoire de mécanique, à Sibley College, une série d'expériences, dont la *Revue* a déjà parlé, sur un procédé permettant de diminuer les pertes de chaleur qui se font dans une machine à vapeur, à travers les parois métalliques. Le procédé consistait, en principe, à attaquer la surface du métal de façon à y faire prédominer le carbone et à imprégner la très légère couche spongieuse ainsi formée d'une matière non conductible, susceptible d'y pénétrer et d'y durcir.

La précédente communication de M. Thurston sur cet important sujet indiquait les résultats obtenus dans les premières expériences faites; mais ces expériences, instituées pour établir l'intérêt de la méthode, n'avaient pas eu la durée et la précision nécessaires pour qu'il fût permis de donner des chiffres; dans sa note récente, le savant mécanicien américain revient sur ce point et fait connaître les résultats des longs essais qu'il a institués et poursuivis.

Il a reconnu qu'en disposant simplement une couche d'huile sur une surface métallique capable de retenir cette couche, on avait une réduction de 10 % dans la perte de chaleur à travers la paroi correspondante. Il a trouvé ensuite qu'en attaquant la surface de façon à y produire une pellicule de carbone, sans d'ailleurs y mettre ensuite aucune matière, on obtenait une réduction de 20 à 40 %. Il est arrivé enfin, en combinant les deux procédés, à un gain de 60 à 70 %, selon les circonstances et suivant la manière d'opérer.

Nous ne connaissons pas le détail des expériences faites par M. Thurston et devons nous contenter de rapporter ici les chiffres qu'il donne; mais son autorité dans tout ce qui touche à la Mécanique est si incontestée, les moyens dont il dispose sont si puissants, qu'on doit porter la plus grande attention à toute affirmation donnée par lui. « Je ne désespère pas, dit-il, d'assurer par ce moyen une action si complète et si efficace que la perte de chaleur à travers le métal soit réduite à presque rien. » Et plus loin : « Nous arriverons peut-être sensiblement aux conditions de la machine idéale et réduirons ainsi la consommation de vapeur et de combustible aux chiffres regardés aujourd'hui comme purement hypothétiques, bien inférieurs à tout ce qui a été atteint actuellement dans la meilleure des pratiques modernes. »

Ce serait un très gros résultat et, malgré notre respect pour M. Thurston, nous demandons à faire des réserves; mais, en admettant même qu'une faible partie seulement de ces espérances fussent réalisées, ce serait encore un progrès considérable, car les pertes de chaleur à travers les parois du cylindre sont, dans la machine à vapeur, une des principales causes de l'infériorité du rendement.

J. POULET.

2^e Sciences physiques.

Mascart (E.) *Membre de l'Institut. — Traité d'Optique*, T. I et T. II gr. in-8°. (Prix : T. I, 20 fr.; T. II, 22 fr.) Gauthier-Villars et fils, 53, quai des Grands-Augustins, Paris, 1889 et 1891.

L'analyse d'un travail aussi considérable que celui de M. Mascart est impossible à donner, avec détails, dans les quelques lignes consacrées à cette notice. J'essaierai pourtant d'indiquer brièvement les points essentiels qui caractérisent ce magistral ouvrage.

Nous n'avions pas, en France, jusqu'à présent, de livre unique, écrit par la même main et dans le même esprit, dans lequel fussent exposées en détail toutes les parties de l'optique, qui est pourtant une science essentiellement française. Les œuvres de Fresnel formaient bien, il est vrai, la source à laquelle allaient puiser ceux qui avaient désir de connaître *ab ovo* les principes fondamentaux et les recherches du créateur de l'optique physique; de même les conférences de Verdet rendaient, au point de vue de l'enseignement, d'immenses services aux professeurs; mais, depuis Fresnel, que de travaux importants ont été faits, tant en France qu'en Allemagne et en Angleterre, qu'il fallait aller chercher dans tous les recueils spéciaux où ils étaient disséminés!

M. Mascart vient, à la grande satisfaction de tous les physiciens qui s'occupent d'optique, soit pour y faire des recherches, soit pour l'enseigner, de combler cette lacune, et de la combler d'une façon heureuse. Préparé de longue main à ce travail par ses cours du Collège de France et par toute une carrière consacrée à des travaux d'optique de premier ordre, il pouvait, mieux que tout autre, entreprendre cette tâche colossale et la mener à bonne fin.

Dès le commencement de l'ouvrage, l'auteur expose la théorie des ondulations, point de départ naturel et logique de toute son étude. Le principe d'Huyghens, ses constructions géométriques viennent ensuite, ainsi que quelques propriétés géométriques des ondes; après quoi l'on entre en plein dans cette partie élémentaire de l'optique qui fait partie du cours de mathématiques spéciales, et qu'on appelle l'optique géométrique, étude des systèmes et des instruments d'optique (p. 1 — 156).

Aussitôt après l'optique géométrique, M. Mascart entre dans la théorie des interférences, immédiatement appliquées à l'étude de la diffraction, qui fait l'objet d'un long et important chapitre, puis traite l'interférence dans les lames isotropes, anneaux de Newton, lames de Jamin, etc.; là se trouve dans tous ses détails la théorie des bandes de Talbot, dont l'auteur a su faire une si élégante application à la mesure des indices de réfraction des gaz.

Puis vient un chapitre sur les applications des interférences : mesures de dilatation, réfractomètres interférentiels.

Le chapitre VIII est consacré à la polarisation et contient l'exposé de la loi de Malus, et le chapitre IX, qui termine le premier volume, traite de la double réfraction et des polariseurs et analyseurs biréfringents.

Le tome II est consacré à l'étude très approfondie, de la polarisation chromatique, de la polarisation rotatoire, de la réflexion et de la réfraction sur le verre et sur les métaux. Il est à peine nécessaire de dire que le livre est *au courant* et que la découverte de M. Lippmann, la belle expérience de M. Otto Wiener y sont exposées à leur place. C'est dans ce volume surtout que le lecteur appréciera quel avantage immense il y a à trouver groupées les théories diverses que l'on a proposées, et qui sont exposées avec une unité de rédaction et une unité de notations qui sont une des qualités les plus précieuses de l'ouvrage.

Là s'arrête le tome II; mais l'optique n'est pas finie, et M. Mascart, dans la préface du second volume, s'excuse de n'avoir pas su répondre au programme qu'il s'était tracé, de faire en deux volumes l'exposé de toute la science de la lumière.

Est-ce sa faute? Nous ne le croyons pas. Il n'y a peut-être pas, l'électricité à part, de sujet aussi vaste que celui-là. Quand on entreprend un tel voyage, on s'aperçoit que le chemin est plus long qu'on ne l'avait prévu. Ce n'est pas un gros inconvénient quand les forces du voyageur lui permettent d'achever la route qui reste à parcourir sans montrer trace de fatigue. M. Mascart est de ces voyageurs-là; dans son tome III, que nous attendons impatiemment, il nous conduira au bout de la carrière, et il pourra avoir la conscience d'avoir rendu à tous les savants et à tous les professeurs un immense service en publiant son *Traité d'Optique* dont le succès sera certainement aussi grand à l'Etranger qu'en France.

ALPHONSE BERGET.

Huntington Williams (George). — *Elements of Crystallography for students of chemistry, physics and mineralogy.* (Éléments de cristallographie). 2^e édition (2 fr.). Macmillan and Co Bedford Street, Covent Garden. Londres, 1891.

Ce livre n'a pas la prétention, dit l'auteur, d'être un traité complet de cristallographie, mais seulement d'être utile et de fournir des indications assez étendues, soit aux étudiants, soit aux physiciens et aux chimistes, dans les besoins qu'ils ont de reconnaître et de déterminer une forme cristalline. L'étude des divers systèmes cristallins y est cependant très complète; formes simples et composées, holèdres et hémédres, macles simples et multiples y sont représentés par de nombreuses figures, claires et bien faites, ce qui facilite toujours beaucoup l'emploi d'un livre élémentaire. Celles relatives aux macles sont à signaler d'une façon spéciale, car plusieurs d'entre elles ne se trouvent pas communément dans les ouvrages de cristallographie.

Ce petit traité est surtout un traité pratique, cherchant à fournir les moyens d'étudier la cristallographie ou de déterminer une forme cristalline avec le minimum de travail possible. La partie mathématique y est complètement et volontairement laissée de côté.

On peut lui reprocher diverses imperfections qui proviennent de l'influence de l'école allemande, laquelle y domine entièrement. On y trouve, par exemple, la non-séparation des systèmes hexagonal et ternaire, qui sont réunis en un seul dans lequel les formes rhomboédriques sont considérées comme des hémédres des formes hexagonales; c'est là une hérésie qui n'est admissible ni au point de vue théorique, ni au point de vue pratique.

Le système de notations adopté est celui de Naumann, c'est-à-dire le moins commode et le plus complexe de tous ceux existants; en revanche le seul système de notations qui ne soit pas décrit est celui de Lévy; c'est cependant celui qui est employé en France d'une façon dominante.

Ce qui se passe en Allemagne et en Angleterre à cet égard est assez curieux: il existe en cristallographie un système de notations indispensable, par l'intermédiaire duquel il faut que tous les autres passent, dès qu'il s'agit d'effectuer des calculs cristallographiques: c'est celui de Miller. Il est relativement peu employé. Quant aux systèmes usuels de Nauman et de Lévy, le premier est incommode et complexe: il nécessite des signes conventionnels désagréables en imprimerie, très sujets aux erreurs; il ne parle pas aux yeux et chaque expression demande un raisonnement pour qu'on arrive à se rendre compte de ce qu'elle représente; ses termes ne tiennent pas sur les figures et nécessitent le recours intermédiaire à des lettres annexes quelconques. Le système de Lévy au contraire est très clair, il est éminemment représentatif aux yeux; à la simple lecture on sait immédiatement à quelle forme cristalline on a affaire; ses termes peuvent être placés sur les figures. Il possède donc comme système usuel tous les avantages qui manquent à l'autre; cependant, de ces deux systèmes, c'est celui de Nauman qui est couramment adopté en Allemagne et

en Angleterre, celui de Lévy n'y étant souvent, comme dans ce traité, pas même décrit. Cela découle évidemment du même genre d'esprit qui fait conserver en Angleterre l'usage de mesurer en pouces et en lignes et de peser en onces et en grains.

J. CRIE.

Mond (Ludwig.) *Sur le nickel-tétracarbonyle et ses applications dans les arts et manufactures.* Communication faite à la British Association. Session de 1891.

Le premier mémoire de MM. Mond, Langer et Quincke sur le nickel-tétracarbonyle a déjà été analysé dans la *Revue* (t. I, page 637, et t. II, pages 483). Dans sa communication, M. Ludwig Mond rappelle les résultats obtenus alors et y ajoute ceux qu'il a fournis depuis l'étude du corps qu'il a découvert.

L'abaissement du point de congélation de la benzène, par dissolution du nickel-tétracarbonyle, conduit à lui attribuer comme poids moléculaire 176,5; la formule $\text{Ni}(\text{CO})_4$ correspondrait à 170,5.

Le coefficient de dilatation de ce liquide entre 0° et 36°, est considérable; il a pour valeur 0,001853.

La réfraction est à peu près égale à celle du sulfure de carbone: l'indice correspondant à la raie D, à 10°, est 1,45843.

La réfraction moléculaire est de 58,63. Si l'on attribue au groupe CO la réfraction ordinairement trouvée dans les composés organiques, la réfraction atomique du nickel serait 23,02. Cette valeur est très considérable par rapport à celle que l'on déduit de l'étude des autres composés du nickel, et qui est voisine de 10. Elle tendrait à faire admettre que, dans le nickel-tétracarbonyle, le nickel a une atomocité bien supérieure à 2. M. Mond pense que la constitution pourrait être représentée par le schéma :



le nickel étant ainsi octovalent. L'étude du pouvoir rotatoire magnétique conduit aux mêmes résultats. Cette conclusion est d'accord avec toutes les propriétés chimiques connues du nickel-tétracarbonyle.

M. Mond signale les résultats négatifs qu'il a obtenus en cherchant à réaliser des composés analogues avec d'autres métaux. Le fer seul a donné un composé contenant 1 atome de fer uni à 4,126 molécules d'oxyde de carbone, c'est-à-dire sensiblement 1 et 4. Ce composé est un liquide, de couleur ambrée; il se solidifie à - 21° et bout à 102°. Son étude, qui n'est pas encore terminée, semble indiquer des propriétés chimiques très différentes de celles du composé du nickel.

La propriété du nickel de former avec l'oxyde de carbone un composé volatil peut être utilisée pour retirer ce métal de ses minerais. MM. Mond et Langer ont obtenu de bons résultats en opérant avec des minerais de nickel contenant de 4 à 40 pour cent de métal à l'état de combinaison avec l'arsenic et le soufre. Voici comment il convient de procéder:

Le minerai est soumis d'abord à une calcination, en vue d'amener le métal à l'état d'oxyde. La masse est ensuite soumise à l'action de gaz réducteurs, à 450°. Pratiquement on emploie dans ce but le gaz à l'eau, (mélange d'hydrogène et d'oxyde de carbone obtenu par l'action de la vapeur d'eau sur le charbon au rouge). Le nickel refroidi est traité par l'oxyde de carbone. On emploie pour cela un appareil dans lequel le minerai se déplace en sens inverse du courant gazeux, ce qui renouvelle les surfaces et facilite la réaction. Quand au bout d'un certain temps la combinaison se ralentit, on chauffe quelque temps le métal à 360° dans un courant d'acide carbonique, ce qui lui rend toute son activité. Le gaz qui a passé sur le nickel est dirigé dans un espace chauffé à 200°. Là, le nickel-tétracarbonyle se décompose, laisse déposer du nickel à peu

près chimiquement pur (contenant pourtant parfois des traces de fer), et l'on retrouve de l'oxyde de carbone qu'on peut faire passer de nouveau sur le minerai. L'oxyde de carbone peut servir ainsi indéfiniment, et comme on n'en emploie que de petites quantités, on peut le prendre à peu près pur. Le dépôt de métal se fait sur de petits fragments de nickel que l'on place dans l'espace chauffé à 200°.

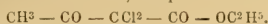
Le dépôt de nickel étant parfaitement homogène et cohérent, on peut produire directement divers objets en métal, en effectuant ce dépôt sur des moules chauffés à 200°. On obtient ainsi un métal tout à fait analogue à celui que fournit l'électrolyse.

Enfin, on peut recouvrir des objets d'une couche de nickel en les immergeant, après les avoir chauffés, dans une solution de nickel-tétracarbonyle dans la benzène ou le pétrole. Le curieux composé, découvert par MM. Mond, Langer et Quincke, est donc déjà susceptible d'applications dont le nombre croîtra certainement encore d'ici peu. Georges CHARPY.

Genvesse (P.). — Contribution à l'étude de l'éther acétylacétique. — Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris. Imprimerie Gauthier-Villars, 55, Quai des Grands-Augustins, Paris, 1891.

Les principaux faits qui ressortent du travail de M. Genvesse sont les suivants :

L'éther acétylacétique bichloré de M. Allihn n'est pas identique avec celui de M. Conrad : cela résulte de l'action qu'exerce l'ammoniaque sur ces deux éthers. Le premier donne, avec ce réactif, de l'éther acétique bichloré et de l'acétamide ; il a pour formule :



Dans les mêmes conditions, l'éther de M. Conrad se double en éther acétique et dichloroacétamide ; il correspond donc au schéma :



L'éther trichloré de M. Mewes, obtenu par action directe du chlore sur l'éther acétylacétique, n'est qu'un mélange de deux isomères que l'auteur a pu préparer à l'état de pureté.

M. Genvesse établit ensuite que les produits de la réaction de l'acide chlorhydrique et de l'acide sulfurique sur l'éther acétylacétique sont différents : contrairement à l'opinion de M. Hantzsch, le corps que ce dernier avait désigné sous le nom d'éther mésitène-lactone-carbonique n'est pas identique au carbacétylacétate d'éthyle.

L'auteur termine son mémoire par l'étude de l'action de différents réactifs sur le carbacétylacétate d'éthyle. H. GAUTIER.

3° Sciences naturelles.

Bastit (E.). — Recherches anatomiques et physiologiques sur la tige et la feuille des Mousses. — Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris. Extrait de la Revue générale de Botanique. Klincksieck, Paris, 1891.

Les auteurs de thèses pour le doctorat ès sciences accordent généralement beaucoup de soin à l'histoire des travaux de leurs devanciers, et en donnent une analyse détaillée, qui met le lecteur au courant de la question, lui montre ce qui a été fait et ce qui restait à faire. M. Bastit n'a pas cru devoir consacrer plus d'une vingtaine de lignes à l'exposé des travaux qui ont précédé le sien. Ce procédé peut prêter à des confusions. Ainsi, en lisant la description de l'anatomie de la tige du *Sphagnum* (p. 5 et suiv.), on ne croirait pas qu'elle se trouve tout aussi détaillée dans quelques traités de botanique. De même, lorsque M. Bastit dit, en parlant de la tige du *Polytrichum* : « On constate ça et là, au milieu du tissu cortical, des formations particulières auxquelles j'ai donné (sic) le nom de *faisceaux foliaires*... » (p. 11), on ne se douterait pas que ces faisceaux foliaires sont

figurés et désignés sous le même nom dans des traités classiques. La manière dont est faite la description des lamelles qui courent à la surface des feuilles du *Polytrichum juniperinum* (p. 25 et suiv.) ne laisse pas davantage supposer au lecteur que leur constatation n'est pas une découverte, et que, figurées déjà en 1818 par Schimper, elles sont actuellement pour les bryologues l'un des meilleurs caractères de spécification des *Polytrichées*.

Un tel mépris de la bibliographie rend bien difficile l'analyse d'un travail. Aussi, renonçant à chercher, parmi les 21 conclusions énumérées par M. Bastit comme résultat de ses recherches anatomiques, quelles sont celles qui lui sont personnelles, nous passerons de suite à la deuxième partie, les Recherches physiologiques.

Dans cette seconde partie, l'auteur a soumis les tiges d'une seule espèce, le *Polytrichum juniperinum*, à des conditions variées ; il les a placées dans l'air et dans l'eau, à la lumière et à l'obscurité, dans l'air sec et dans l'air humide ; il a consigné les résultats de ses expériences et les a étendus sans hésitation à toutes les Mousses.

Tout le monde a observé que, si l'on place une touffe de mousse dans une chambre, devant une fenêtre, autrement dit, si on l'éclaire d'un seul côté, les tiges, au lieu de rester dressées comme lorsqu'elles sont éclairées normalement, se courbent vers la lumière ; la lumière exerce donc sur elles une action qui prime celle qu'exerce la pesanteur. M. Bastit s'en est rendu compte à son tour. De plus, le 12 janvier 1890 il a planté des touffes de *Polytrichum juniperinum* au fond de tuteurs de grès, et trois mois après, il a tiré de l'état de ses cultures la conclusion suivante : « Les tiges des Mousses aériennes, éclairées seulement par le haut, sont douées d'un pouvoir héliotropique positif de même sens que le pouvoir géotropique négatif. La résultante de ces deux forces, égale à leur somme, provoque sur les tiges nouvelles une croissance dirigée verticalement de bas en haut (p. 64). »

Tout le monde sait aussi que la plupart des Mousses ont leurs feuilles étalées à l'état humide, tandis que par la sécheresse elles se crispent, se courbent en spirales très serrées autour de la tige ; ces modifications sont si bien connues qu'elles fournissent même des caractères spécifiques. M. Bastit, lui aussi, s'est assuré de l'existence du phénomène, et non d'une manière banale, mais par des « expériences fondamentales » (p. 67) et il l'a suivi dans ses moindres détails ; aussi s'est-il préoccupé de lui donner un nom, dans un paragraphe spécial intitulé : « choix d'une dénomination » (p. 74). Il s'est arrêté à celle de « sommeil hygrométrique » ; elle est harmonieuse et passera peut-être dans le langage courant, car elle serait commode pour indiquer l'état dans lequel se trouve, par exemple, un copeau ou un cheveu qui se tord sous l'influence des variations hygrométriques.

Dans le but de connaître l'influence du « sommeil hygrométrique » sur la respiration, M. Bastit a institué, suivant la méthode de MM. Bonnier et Mangin, des expériences sur le *Polytrichum juniperinum* et il a constaté que l'état de sommeil provoque une diminution dans l'intensité de la respiration (p. 96).

L'auteur enseigne, comme résultat de ses mesures, que le rapport $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}} = 1 = \text{const.}$; mais il faut pour cela, si l'on suit les chiffres donnés dans les tableaux, admettre, entre autres choses, que (p. 90) :

$$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}} = 1.00 = 0.94 = 0.85 = 0.66 = 0.62 = 1 = \text{const.}$$

M. Bastit admet, il est vrai, que ces écarts peuvent s'expliquer par des différences d'âge.

En lisant cette conclusion (p. 93) que « dans la respiration, à l'obscurité, des Mousses à l'état de veille » (ou de sommeil, p. 94), « le rapport du volume d'acide carbonique dégagé au volume d'oxygène absorbé est cons-

tant, *quelle que soit la température* », on pourrait croire que les expériences ont porté sur plusieurs espèces soumises à des écarts notables de température; mais les tableaux indiquent que toutes ont été faites sur l'unique *Polytrichum juniperinum* et seulement de 17° à 20°. Un écart de 3° a suffi. C'est un peu abuser de l'esprit de généralisation.

Après les expériences de MM. Bonnier et Mangin, on devait prévoir que la fonction chlorophyllienne s'exerce chez le *Polytrichum juniperinum* comme chez les autres plantes vertes. C'est, en effet, ce que M. Bastié a constaté et ce qu'il énonce comme conclusion, après avoir donné beaucoup de chiffres, de formules, de tableaux : « Chez les Mousses à l'état de veille » (ou à l'état de sommeil, p. 109), « la fonction chlorophyllienne s'effectue normalement et rentre dans le cas général de l'assimilation chlorophyllienne » (p. 104). L. O.

Lang (A.) Professeur de zoologie et d'anatomie comparée à l'Université de Zurich. — *Traité d'Anatomie comparée et de Zoologie*, traduit de l'allemand par G. Cuvier. 1^{er} fascicule. 4 vol. in-8° de 340 pages, avec 191 figures dans le texte (Prix 12 fr.) G. Carré, éditeur, 58, rue Saint-André-des-Arts, Paris, 1891.

Les étudiants ne peuvent plus aujourd'hui, comme leurs aînés, se plaindre de la pénurie d'ouvrages didactiques à leur usage pour les sciences naturelles. Depuis quelques années, traités d'anatomie comparée, de zoologie, d'embryogénie se succèdent sans interruption et l'on en annonce toujours de nouveaux.

Ne pourrait-on pas chercher une des causes de cette abondante production dans un défaut que chacun reconnaît chez ses devanciers et se flatte en vain d'éviter : c'est que, écrits pour des débutants, tous ces traités ne sont pourtant, dans leur souci d'être complets et au niveau de la science, guère accessibles qu'aux naturalistes déjà exercés. Le nouveau traité d'A. Lang, dont deux fascicules seulement ont paru dans l'édition allemande et dont le premier vient d'être excellemment traduit en français par M. G. Cuvier, n'échappe pas non plus entièrement à ce reproche.

Les descriptions d'animaux ou d'organes y sont sommaires et, malgré leur précision, peuvent parfois laisser dans l'esprit place au vague et au doute quand les figures ne viennent pas les compléter.

Le règne animal est divisé en neuf embranchements correspondant à peu près à ceux du traité classique de Claus, sauf que les Molluscoides (Bryozoaires et Brachiopodes) rentrent, à juste titre, parmi les Vers, et qu'en revanche les Platyodes en sont séparés.

Chaque embranchement est étudié à part; pour chacun une première partie est consacrée à la classification, une deuxième à l'étude comparative de l'organisation et le tout se termine par un ou plusieurs chapitres annexes où sont exposées quelques-unes des questions générales auxquelles les types étudiés aident le plus à répondre. C'est ainsi que la connaissance des Protozoaires conduit à la définition de la cellule, et de là, en vertu de la division du travail physiologique, à l'étude des tissus des animaux supérieurs, que l'auteur range sous quatre chefs principaux : tissu épithélial, conjonctif, musculaire et nerveux.

De même la conjugaison des Protozoaires est la première apparition de la sexualité. Les cellules n'étant pas encore différenciées, cette première ébauche de la fécondation se réduit à l'échange entre les conjoints de deux noyaux identiques auxquels on ne peut qu'arbitrairement donner les noms de mâle et de femelle; là encore, c'est la division du travail qui amène, chez les Métazoaires, le dimorphisme sexuel entre l'élément mâle, petit, mobile, débarrassé de tout excès de substance qui ne pourrait que nuire à sa pénétration, et l'élément femelle, sédentaire et volumineux, puisqu'il doit emmagasiner la provision de substance nécessaire au développement ultérieur de l'embryon. L'auteur est ainsi amené à étudier la cellule-œuf, la cellule-spermatozoïde et la fécondation des Protozoaires.

La première évolution de l'embryon et la formation de la gastrula trouvent, de même, leur place légitime dans le deuxième chapitre consacré aux Cœlentérés, qui ne sont qu'une gastrule permanente. L'importance et la généralité de cette forme amènent l'auteur à traiter de la fameuse loi *biogénétique fondamentale* (l'ontogénie est une courte récapitulation de la phylogénie) qui a été si fortement attaquée dans ces derniers temps, ainsi que la distinction du développement embryonnaire en *palingénétique*, tel qu'il a été légué par les ancêtres, et *œmogenétique*, ou modifié par l'adaptation personnelle.

On voit par là que le traité du savant professeur de Zurich n'est pas un ouvrage d'anatomie descriptive, mais que la théorie y tient une large place. La partie systématique est relativement peu développée, — un court sommaire des caractères généraux de chaque division avec la simple énumération de quelques-uns des genres principaux — et pourtant la classification proposée par l'auteur montre des différences importantes avec celles admises jusqu'à présent, différences qui auraient eu besoin, au point de vue des débutants surtout, d'être soulignées.

Auteur de très remarquables travaux sur les Platyodes, A. Lang, par un phénomène très naturel, est frappé de leurs profondes différences avec les autres types animaux : il se refuse à les laisser dans les Vers et crée pour eux un embranchement spécial, qu'il rapproche plutôt des Cœlentérés par l'intermédiaire des Ctenophores et de deux animaux encore très imparfaitement connus, la *Celoplana* et la *Ctenoplana*. N'est-il pas curieux de voir ainsi deux formes, telles que les Planaires et les Némertes, réunies, il n'y a pas quinze ans encore, dans le même ordre des Turbellariés, s'être séparées progressivement à chaque publication nouvelle au point d'appartenir maintenant à deux embranchements différents, sans que les recherches aient depuis ce temps montré entre elles de différences nouvelles bien fondamentales?

Parmi les Vers, il faut aussi signaler la classe nouvelle des Prosopogyniens, proposée pour réunir aux Bryozoaires et aux Brachiopodes les Siphonulacés; leur caractère commun est d'avoir l'anus dorsal et rapproché de la bouche. Il a fallu pour l'établir démembrer les anciens Géphryens, et faire rentrer les Géphryens armés, tels que la Bonellie et l'Echiure, parmi les Annélides Chétopodes. On peut se demander si ce nouveau groupement est vraiment plus naturel.

La classification des Cnidaires est particulièrement intéressante : l'auteur y sépare complètement les Méduses craspédotes et acraspédotes. De même que les premières sont liées aux Hydraires, les Acraspédotes, qu'il désigne sous le nom de Scyphoméduses, doivent se rattacher aux Anthozoaires par la présence d'un œsophage ectodermique et de septums avec filaments gastriques, et ainsi se trouvent constituées deux séries parallèles, les Hydrozoaires et les Scyphozoaires, montrant chacune deux formes principales, l'une fixée, le Polype, l'autre libre, la Méduse. On ne peut nier que cette conception soit un progrès réel de nature à porter la clarté dans le dédale des formes si multiples des anciens Acalephes.

A signaler aussi l'interprétation du Siphonophore, déjà proposée, du reste, par Haeckel, d'après laquelle le Siphonophore représente une Méduse dont le pneumatophore est l'ombrelle, et la tige commune, le manubrium sur lequel ont bourgeonné d'autres Méduses différenciées, d'après la loi de la division du travail, en individus nourriciers, locomoteurs et reproducteurs. Cette opinion tient le milieu entre les deux théories opposées qui font du Siphonophore, l'une une Méduse unique dont tous les appendices ne sont que les organes, et l'autre une colonie polymorphe dans laquelle chaque appendice représente un individu.

En somme, le traité de A. Lang est une œuvre pleine d'aperçus originaux et de théories intéressantes.

C'est peut-être même ce qui en rendra parfois la

lecture difficile aux débutants. Mais ils y trouveront, en revanche, un précieux secours dans l'abondance et le choix judicieux des gravures; les 191 figures de ce premier fascicule sont ou des schémas originaux ou empruntées aux travaux les plus autorisés; toutes complètes, de façon heureuse, les indications sommaires du texte, qui est surtout consacré aux interprétations et aux comparaisons; elles sont la véritable partie descriptive de l'ouvrage.

G. PRUVOT.

4° Sciences médicales.

Fournier (P' Alfred). — *L'Hérédité syphilitique. — Leçons cliniques, recueillies et rédigées par le Dr P. Portaliou, 1 vol., in-8° (7 fr.) G. Masson, 120, boulevard Saint-Germain. Paris, 1891.*

Dans un moment où la dépopulation de la France est un sujet de préoccupation publique, le livre du Professeur A. Fournier constitue une actualité d'un énorme intérêt. L'hérédosyphilis est, en effet, un des facteurs les plus notoires de la mortalité infantile, qui, plus encore que le malthusisme, influe sur la diminution de la population.

On sait combien, depuis les travaux modernes, le champ de la syphilis s'est étendu, combien d'états pathologiques, considérés jusque là comme indépendants, sont attribués maintenant à l'infection syphilitique, surtout à la transmission héréditaire de cette infection. A côté des accidents spécifiques manifestes, qui ne sont contestés par personne, et dont l'évolution a lieu à échéance plus ou moins éloignée, il faut mettre à l'actif de la syphilis des états pathologiques que M. Fournier a proposé d'appeler *parasymphilitiques*: c'est la cachexie fœtale, qui tue les enfants dans l'utérus, ou à peine nés, ou plus tard, sans qu'il soit possible de trouver à leur mort d'autre raison que la tare des parents; ce sont les troubles dystrophiques généraux ou partiels, retards de développement, infantilisme ou arrêt d'évolution du cerveau, des testicules, des ovaires, etc.; ce sont les malformations congénitales, pied-bot, bec de lièvre, hydrocéphalie; enfin, et surtout, ce sont les prédispositions morbides, les terrains favorables à la culture du bacille scrofulo-tuberculeux, au développement des maladies du système nerveux, etc.

Cette terrible hérédité, dont le domaine s'étend ainsi singulièrement, a été méconnue ou mal interprétée dans son mode de provenance, parce que l'appréciation des différents facteurs est toujours d'une difficulté extrême en matière d'hérédité humaine. L'hérédité combinée du père et de la mère est naturellement la plus fatale et la plus nocive; l'hérédité exclusive de la mère l'est plus que celle du père isolément; ce sont là des faits encore récemment contestés, mais que les observations de l'auteur mettent hors de doute.

Et cependant, que de conditions viennent modifier ces influences originelles! En dehors des conditions personnelles, qui font l'inégalité des individus devant la syphilis comme devant toute autre maladie, infectieuse ou diathésique, il y a des modifications régulières, c'est-à-dire dont on peut jusqu'à un certain point calculer l'action; c'est ainsi que plus la conception aura eu lieu en un temps rapproché du début de la maladie chez les parents, plus la gravité des manifestations hérédosymphilitiques sera grande. Mieux une syphilis aura été soignée, moins lourd à porter sera l'héritage. « Avec du mercure et du temps, tout médecin peut faire d'un sujet syphilitique, sauf exceptions rares, un mari et un père non dangereux. » C'est là une assurance dont il faut se pénétrer, et qui vient un peu éclairer le sombre tableau: car si la syphilis est une menace perpétuelle suspendue sur l'individu contaminé, son pire danger est l'hérédité, dont la probabilité de transmission est de 50 %. Et cette hérédité est terriblement meurtrière: « la vérole tue les jeunes, et les tue parfois par véritables hécatombes, » au point que la mortalité répétée

des enfants, dans une famille, soit avant l'accouchement, soit après, doit entraîner souvent le diagnostic rétrospectif d'une syphilis plus ou moins méconnue.

Devant un semblable danger, il faut d'autant moins rester les bras croisés, que nous avons une arme entre les mains et que le traitement antisymphilitique est l'argument le plus irréfutable à opposer à l'accusation d'impuissance si souvent portée contre la médecine.

Il faut donc *traiter*, mais il faut aussi *prévenir*: le syphilitique doit être éloigné du mariage tant qu'un traitement prolongé ne l'aura pas mis non seulement hors d'état de transmettre la syphilis à sa femme, seule chose que comprennent les gens du monde, mais encore dans des conditions telles que la transmission à l'enfant soit aussi peu probable que possible. Marié, il faut lui défendre la paternité et le traiter d'une façon intensive pour le cas où cette paternité se produirait.

Bien plus délicate est la conduite à tenir vis-à-vis de la mère qui, femme indemne d'un homme syphilitique, court le risque de donner le jour à un enfant syphilitique et d'être infectée par lui: ici encore, il faut traiter, mais non aveuglément, et en se guidant sur les circonstances de la grossesse, des grossesses antérieures. Le traitement antisymphilitique bien dirigé est innocent, quoi qu'on en ait dit, des avortements qu'on lui a attribués, et qui doivent être imputés à la syphilis elle-même. Ce qui n'est pas douteux, c'est le danger que court l'enfant, et celui qu'il faut courir à sa mère.

Puis tout n'est pas fini avec l'accouchement: l'enfant porteur de la tare paternelle est un danger pour sa nourrice, danger qu'il est du devoir du médecin de signaler aux intéressés.

Enfin, l'enfant de parents syphilitiques, venu au monde sans lésions spécifiques apparentes, doit être tenu pour suspect, et dès que sa nutrition paraîtra en souffrance, il doit être soumis à un traitement approprié, longuement prolongé.

On conçoit combien sont délicates ces différentes interventions du médecin dans une famille dont les membres semblent jouir d'une parfaite santé, combien il faut être pénétré de l'importance de son mandat pour imposer des mesures souvent importunes et qui semblent purement vexatoires, combien enfin il faut de savoir-faire et de tact pour le faire sans heurter les conventions sociales, et sans troubler pour jamais les relations des époux entre eux.

L'immense expérience du Professeur A. Fournier était seule capable de montrer la route à suivre dans ces circonstances difficiles: la finesse de ses observations et la multiplicité des cas complexes auxquels il a eu affaire, lui ont permis de donner dans son livre des indications précises, appuyées par des exemples bien nets, qui mettent le médecin à même de ne pas faire fausse route et de diminuer dans une notable proportion le terrible impôt payé par la population au fléau syphilitique.

Ainsi envisagées, les leçons cliniques sur l'hérédité syphilitique revêtent une portée sociologique dont l'importance ne saurait échapper à personne.

Dr RAY, DURAND-FARDEL.

Levillain (Dr F.). — *Hygiène des gens nerveux, précédée de notions générales et observations sur la structure, les fonctions et les maladies du système nerveux, in-12. 308 p. (3 fr. 50). Félix Alcan, 108, boulevard Saint-Germain. Paris, 1891.*

Le titre de ce livre indique suffisamment ce qu'il est; il contient un grand nombre de renseignements pratiques et d'explications théoriques très simplifiées qui seront utiles au public auquel il s'adresse. Ça et là, quelques propositions bizarres, comme celle-ci: « L'hypnotisme est une forme des maladies nerveuses; » et celle-ci: « Sous l'influence du travail intellectuel, on observe une augmentation de volume des membres ».

L. LAPICQUE.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

(La plupart des Académies et Sociétés savantes, dont la *Revue* analyse ordinairement les travaux, ne reprennent que ces jours-ci leurs séances.)

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 28 septembre.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — A propos de la communication récente de M. Bosscha sur le prototype international du mètre, M. Fœrster, président du Comité international des poids et mesures, fait la déclaration suivante : Tout en renvoyant, pour la discussion scientifique de l'équation du mètre des Archives, par rapport au prototype international du mètre, à la publication détaillée des comparaisons exécutées en 1884 par la Commission mixte instituée en commun par la Section française et le Comité international des poids et mesures, le Comité international déclare que le prototype international du mètre en platine iridié, déposé au bureau international des poids et mesures, et sanctionné par la Conférence générale en 1889, est le seul représentant légal de l'unité fondamentale du système métrique, reconnu par tous les pays ayant adhéré à la Convention du Mètre. Le Comité admet qu'il n'est pas sans intérêt d'établir, aussi exactement que possible, les rapports entre d'autres étalons importants et la nouvelle unité ; mais lorsqu'il s'agit de comparer à cette unité, qui est un prototype à traits, un étalon à bouts comme celui des Archives, le degré d'exactitude auquel on peut parvenir ne permet pas d'établir sûrement des équations aussi faibles que celles qui figurent dans le mémoire de M. Bosscha. Le Comité conclut que, dans l'intérêt de l'invariabilité et de l'unité des poids et mesures, il n'est pas admissible de faire dépendre de corrections incertaines et incessantes, la base du système métrique, maintenant définie matériellement par le prototype international. — M. Charlois : Observations de quatre nouvelles petites planètes, découvertes à l'Observatoire de Nice les 28 août, 1^{er}, 8 et 11 septembre 1891. — M. Maurice Lévy lit une notice sur les travaux de *Pierre-Prospér Boileau*, correspondant de la section de Mécanique, décédé à Versailles le 11 septembre 1891.

2^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Perot a vérifié la loi de déviation des surfaces équipotentielle par un diélectrique en forme de prisme (réfraction électrique) au moyen du dispositif suivant : une grande plaque métallique A est disposée parallèlement à l'une des faces d'un prisme de résine ; une autre grande plaque métallique B au potentiel 0 est placée de l'autre côté du prisme et inclinée d'angles variables sur la première, jusqu'au moment où une petite plaque en communication avec un électroscope à feuilles d'or peut être déplacée parallèlement à B sans influencer l'électroscope ; à ce moment, la plaque B est parallèle aux surfaces équipotentielle du champ créé par A à travers le prisme. L'angle des plaques A et B réalisant cette condition a été trouvé unique et indépendant de la distance du milieu de B à l'arête du prisme ; la méthode permet donc de déterminer la réfraction ; les chiffres obtenus vérifient la relation $\frac{\tan \alpha}{\tan \beta} = \frac{K_1}{K_2}$. —

M. Aymonnet a étudié le pouvoir diathermane de l'eau, de l'alcool, de la benzine, du chloroforme et du sulfure de carbone ; il a déterminé pour chacun de ces corps la courbe de variation de la transmissibilité avec l'épaisseur ; il a reconnu qu'on peut appliquer à cette variation les formules de conductibilité calorifique avec le même degré d'exactitude que pour celle-ci. Ayant remarqué que les spectres calorifiques de divers

corps présentent une série de maxima périodiques dont les longueurs d'onde sont les multiples d'un même nombre dépendant de la nature du corps, il compare les milieux diathermanes à des corps sonores, pouvant produire, sous le choc calorifique, plusieurs séries d'harmoniques ; de cette théorie, il tire une relation entre l'indice de réfraction, la densité, le poids moléculaire et le pouvoir diathermane ; l'expérience vérifie la loi. — M. G. Tissandier adresse une relation du cyclone de la Martinique du 18 août 1891, rédigée par un industriel de Saint-Pierre, M. L. Sully ; cette relation est accompagnée de photographies et de la courbe barométrique tracée par un appareil Richard pendant la tempête.

Mémoires présentés. — M. Laillet : Sur les causes qui ont déterminé le dernier cyclone de la Martinique. — M. Meunier adresse un complément à ses précédentes communications sur les moyens propres à assurer la sécurité des chemins de fer. — M. H. Hermite : Sur l'unité des forces en Géologie. — M. Ed. Bertelé : Sur un système de soupape de sûreté, à sièges multiples, pour chaudières à vapeur.

Séance du 5 octobre.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. E. Cosserat : Observations de la comète Wolf (1884 e III) faites au grand télescope de l'Observatoire de Toulouse. — M. E. L. Trouvelot décrit un phénomène solaire qu'il a observé du 6 au 10 août 1891, et qu'il considère comme la chute d'une protubérance dans l'ouverture d'une tache.

2^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. L. de la Rive traite par le calcul la valeur de la tension électrostatique dans le diélectrique, en partant de la seule hypothèse d'un fluide incompressible émanant d'un centre ou d'un nombre quelconque de centres, hypothèse mentionnée par Maxwell dans un de ses mémoires ; il démontre que la valeur de la tension dans le diélectrique est celle que l'on obtient en calculant la quantité de mouvement du fluide électrique supposé incompressible.

3^{re} SCIENCES NATURELLES. — MM. A. Rodet et J. Courmont avaient montré précédemment l'action prédisposante des cultures filtrées du *Staphylococcus pyogenes* ; ils ont reconnu l'existence dans ses cultures d'une matière soluble vaccinante, à côté de la substance prédisposante qui masque les effets de la première ; on peut séparer ces deux substances par l'alcool, qui précipite la première et dissout la seconde ; les lapins, qui ont reçu en injection l'extract alcoolique des cultures, succombent plus vite que les témoins aux inoculations virulentes du *Staphylococcus* ; les lapins qui ont reçu en injection la substance précipitée par l'alcool, redessoute dans l'eau, résistent au même virus. — M. E. Canu décrit quelques Copépodes parasites nouveaux, qu'il a observés dans le Pas-de-Calais : *Splanchnotrophus Willemi*, dans *Eolis coronata* ; une *Modiolicola*, sp., dans *Pecten opercularis* ; il a observé aussi *Sabelliphilus Sarsii* (Claparède) sur les branchies de *Sabella pavonina*. — M. G. Lechartier a étudié les variations de composition des topinambours au point de vue des matières minérales, dans les conditions suivantes : quatre parcelles d'un sol naturellement riche en phosphates et pauvre en potasse ont été plantées en topinambours pendant cinq années consécutives et ont reçu comme engrais : la première, rien ; la deuxième, du phosphate ; la troisième, du chlorure de potassium ; la quatrième, le mélange de ces deux engrais. Les récoltes en tubercules, feuilles et tiges ont été chaque année pesées et analy-

sées, M. Lechartier examine la variation des principes minéraux dans les récoltes des différentes parcelles et suivant les conditions climatiques de chaque année.

Mémoires présentés. — M. L. Mirinny adresse une nouvelle note sur l'heure universelle.

Séance du 12 octobre.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. E. Cosserat : Sur les systèmes conjugués et sur la déformation des surfaces. — M. G. Bigourdan : Observations de la comète périodique Tempel-Swift faites à l'Observatoire de Paris. — Mlle D. Klumpke : Observation de la comète Tempel-Swift faite à l'Observatoire de Paris. — M. Stroobant a fait des recherches expérimentales sur son équation personnelle au moyen de l'appareil à passages artificiels de M. Wolf. Les principaux résultats tirés d'un grand nombre de séries sont les suivants : la méthode électrique et la méthode de l'œil et de l'oreille ont donné presque les mêmes valeurs ; les observations dans les passages de gauche à droite ont été constamment en retard par rapport aux observations dans l'autre sens ; l'équation diffère sensiblement pour le bord précédent et pour le bord suivant d'un astre, quel que soit le diamètre de l'astre. — M. Râteau propose une théorie générale des *turbomachines* (turbines, ventilateurs centrifuges et à hélice, pompes centrifuges et à hélice).

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — En s'inspirant des idées émises par M. H. von Helmholtz dans sa théorie de l'énergie libre, M. H. Gilbault est arrivé à la formule suivante, pour la variation de la force électro-motrice

des piles avec la pression : $q \frac{dE}{dp} = dv$; E représente la force électro-motrice d'un élément ; q est la quantité d'électricité qui se développe lorsqu'il se produit par suite de la réaction une variation de volume, p est la pression. Pour les piles exemptes de dégagement gazeux, on trouve que la formule donne, jusqu'à des pressions qui ne soient pas trop élevées, une fonction linéaire ; l'expérience vérifie ce résultat. Pour les piles à dégagement gazeux, la formule devient $E_p = E + ALp$ pour les pressions pas trop élevées ; la variation pour 100 atmosphères, calculée d'après cette formule et mesurée directement sur huit espèces de piles, a donné des valeurs absolument concordantes. — M. D. Tommasi a imaginé de disposer l'oxyde de plomb des accumulateurs dans une série de tubes perforés avec une tige de plomb dans l'axe ; cette disposition présente plusieurs avantages sur les accumulateurs à plaques, notamment un allègement considérable et la faculté d'employer au chargement les courants de grande intensité. — M. E. H. Amatgé publie un nouveau réseau d'isothermes de l'acide carbonique, beaucoup plus complet que celui qu'il avait établi en 1878. La méthode employée pour les déterminations a été celle décrite dans la communication du 8 décembre 1890 ; la pression a été poussée jusqu'à 1000 atmosphères. Les courbes ont été établies de 0° à 100° de 10° en 10°, de plus, pour les températures 137°, 198° et 238° ; de plus encore, pour les températures 32° et 33° qui encadrent la température critique, et qui ont été étudiées en vue de permettre la détermination indirecte du point critique. — M. G. Hinrichs montre comment on peut calculer a priori la chaleur spécifique des liquides au moyen des principes exposés par lui dans ses communications antérieures ; il traite comme exemple les éthers des acides gras et les éthers chloracétiques. — M. L. Vignon continue ses recherches sur les anomalies que présente le point de fusion d'un mélange de deux composés organiques ; avec tous les systèmes possibles résultant de la combinaison deux à deux d'amines, de phénols, de carbures d'hydrogène, d'acides et de bases, il a obtenu, comme dans ses recherches précédentes, toujours une différence entre le point de fusion calculé et le point de fusion observé ; mais les fonctions chimiques des

corps mis en présence l'un de l'autre ne semblent pas influer sur cette variation. — M. F. Osmond, reprenant les expériences de MM. Troost et Hautefeuille sur la chaleur de combinaison entre le silicium et le fer déterminée par voie indirecte, a trouvé que, au-dessous d'une certaine proportion de silicium, celui-ci est dissous par le fer avec absorption de chaleur ; pour l'alliage d'aluminium, au contraire, le dégagement de chaleur diminue avec la proportion d'aluminium, mais reste toujours positif. — M. L. Pigeon a déterminé les chaleurs de formation du bromure platinique et de ses principales combinaisons.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. A. Chauveau examine la théorie de l'antagonisme des champs visuels en s'appuyant sur ses expériences récentes. Après avoir éliminé l'hypothèse que le phénomène se passerait à la périphérie, M. Chauveau montre qu'on ne peut s'expliquer le phénomène que par une action inhibitrice exercée par un des centres visuels sur l'autre, les connexions étant supposées telles que partout les points identiques des rétines soient en communication l'un avec l'autre par l'intermédiaire des noyaux d'origine des nerfs optiques. On doit admettre pour ce pouvoir inhibiteur un rythme d'alternance assez lent, de façon à permettre, comme dans les expériences de l'auteur, la combinaison d'images égales vues stéréoscopiquement dans un éclairage de courte durée. C'est de même par l'action inhibitrice qu'il faut expliquer les sensations chromatiques excitées dans un œil par l'éclairage coloré de l'autre œil. Ainsi, les figures blanches, pendant l'illumination en rouge d'un œil, au moyen de l'éclairage latéral, seraient vues vertes par cet œil et rouge par l'autre, parce que l'effet inhibiteur de la fatigue s'exercerait sur le rouge dans l'œil éclairé et sur la couleur complémentaire du rouge dans l'œil opposé. M. Chauveau décrit ensuite le détail du dispositif expérimental qu'il a employé pour ses expériences. — M. A. Labbé a étudié les hématozoaires de la Grenouille ; il expose ses observations sur le *Drepanidium*, et sur des *Hemamibes* intraglobulaires ; il signale un *Polimitus* muni de trois ou quatre longs flagella, qui est sans doute une forme d'un *Trypanosoma*. — M. G. Lechartier (suite à sa communication du 5 octobre) a examiné la composition minérale des divers organes végétatifs des topinambours arrachés en septembre, et la compare à la composition au moment de la récolte normale, en décembre. Dans les parcelles n'ayant reçu aucun engrais minéral ou bien un seul, il existait, à la base des tiges, des feuilles noires desséchées, et au-dessus d'elles des feuilles jaunissantes, celles du sommet étant seules entièrement vertes. De l'analyse de ces feuilles, il résulte que c'est le manque d'une substance minérale qui détermine leur dessiccation, et que la substance qui leur a été retirée a servi à l'édification d'autres parties de la plante.

Mémoires présentés. — M. J. Fezyi : Remarques sur l'interprétation de certains phénomènes observés dans les protubérances solaires. — M. Alf. Basin adresse un projet d'aéroplane-ballon dirigeable. — M. Decohorne adresse la description d'un appareil auquel il donne le nom de *Régleur solaire* ; c'est un système de cadran solaire dont les indications se lisent sur un cylindre orienté suivant l'axe du monde. — M. Léopold Hugo : Sur une formule relative au nombre π .

L. LAMIQUE.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 29 septembre

M. Semmola lit l'observation d'un malade chez lequel il a guéri par les courants continus une occlusion intestinale d'origine nerveuse, avec paralysie vésicale, développée à la suite d'une diarrhée violente et après une purgation répétée. Les ressources thérapeutiques usuelles ne donnèrent aucun résultat. Les courants continus (le pôle positif dans le rectum et le négatif sur le ventre) amenèrent la cessation de la polyurie, et

le malade reprit complètement, à la fin du troisième jour, ses fonctions intestinales normales. — M. Lancereaux présente au nom de M. Thiroloix, son interne, un chien rendu diabétique par l'ablation presque complète du pancréas. Pour M. Lancereaux les résultats obtenus peuvent se résumer ainsi : La destruction totale, sur place, du pancréas n'amène pas le diabète, tandis que la section, l'ablation de la glande normale ou fonctionnellement supprimée le produit toujours. Cette communication donne lieu à une discussion à laquelle prennent part MM. G. Sée, Lancereaux, Aug. Ollivier, Semmola et Lagneau.

Séance du 6 octobre

M. Béchamp termine sa communication sur le lait. Dans le cours de son discours l'auteur décrit l'expérience suivante : Un petit chat a été enterré entre deux couches de carbonate de chaux pur, préparé exprès et créosoté, dans une vase de verre. Le tout, soigneusement mis à l'abri des poussières de l'air, a été laissé en cet état pendant sept ans. Au bout de ce temps, il ne resta plus dans la région où avait été placé le chat, que quelques fragments d'os blanchis et une masse sèche blanche, laquelle, examinée au microscope, contenait une foule de *microzymas*; ceux-ci introduits dans l'empois créosoté le firent fermenter et finalement se transformèrent en vibrions. M. Béchamp termine sa communication par trente-six conclusions dont voici quelques-unes : Le lait de vache, lait à caséine, s'agit et se caille spontanément; ceux d'ânesse et de femme, laits sans caséine, s'agissent sans se cailler. L'air n'est pour rien dans l'altération des différents laits. Les vibrions, le ferment lactique, les ferments végétaux ne sont, dans aucun cas, la cause de ces altérations. Les *microzymas* propres, inhérents, de chaque espèce de lait, en sont la cause unique. Les vibrions n'apparaissent qu'après l'altération accomplie. Les laits de vache et de chèvre, saturés d'éther, se conservent longtemps liquides; au bout de plusieurs mois ces laits finissent par se cailler sans agissement. Le lait de vache, exposé au large contact de l'air, s'agit et se caille avant toute apparition de vibrions ou d'autres ferments. Le lait de vache bouilli pendant deux minutes peut se cailler sans agir. Les *microzymas* n'ont pas pour origine les germes de l'air, mais celle de l'être même qui les contient. Bref, le *microzyma* est au commencement et à la fin de toute organisation. Le *microzyma* peut devenir vibron, bactérie, bacille. Le *microzyma*, atome de l'organisation, résiste à la mort. Les germes de l'air ne sont que les *microzymas* des êtres disparus et détruits dans le passé (*microzymas* géologiques) ou se détruisant sous nos yeux. Dans le temps présent, avec les *microzymas* et les poussières, l'air charrie les spores, les conidies des plantes, etc.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 17 octobre.

M. Dubief a fait fermenter une solution de glucose par le bacille d'Eberth d'une part, et par le *Bacillus Coli communis* de l'autre; dans les deux cas, il a obtenu une fermentation de même intensité, donnant comme produits, dans l'un et l'autre cas, de l'acide carbonique, de l'alcool, de l'acide butyrique et de l'acide lactique; la seule différence consiste en ce que le *B. Coli communis* a donné plus d'acide lactique. — M. Féré a constaté que les bromures doivent être rangés de la façon suivante par ordre de toxicité décroissante : bromures de potassium — de strontium — d'ammonium — de sodium. Il a pu remplacer le bromure de potassium par le bromure de strontium dans toute ses applications, avec des effets identiques. Il a examiné la question des aptitudes morbides créées par le régime bromuré, en instituant des expériences sur des cobayes; il a reconnu que les cobayes recevant du bromure de potassium contractent plus facilement la tuberculose que les sujets normaux. — En commun avec M. Herbert, M. Féré a reconnu

que le bromure de potassium s'accumule dans l'organisme; cette accumulation a lieu principalement dans le foie. — M. Sabouraud présente une observation de tuberculose congénitale avancée sur un enfant ayant vécu dix jours. — M. Charrin a fait l'examen bactériologique d'un cas de granulie; diagnostiquée pendant la vie et présentant à l'autopsie les lésions caractéristiques; il n'a pu trouver, par aucune méthode, un seul bacille de Koch; mais il a obtenu des cultures d'un petit bacille court, inoculable au cobaye. — M. Brown-Séquard expose les faits récents observés dans toute l'Europe au sujet de l'emploi du liquide testiculaire. Plusieurs médecins, entre autres M. Wictorow, en Russie et M. Gibert (du Havre) ont obtenu des améliorations et même des guérisons de l'ataxie locomotrice. M. Waterhouse (de Londres) a eu des améliorations notables dans des cas de myélite. De nombreuses tuberculoses ont été traitées par ces injections, notamment par M. Lemoine (de Lille); les avantages ont été la disparition de la fièvre et des sueurs nocturnes. En somme, les injections de liquide testiculaire sont indiquées dans toutes les affections où prédomine un affaiblissement morbide du bulbe et de la moelle. Les résultats négatifs publiés récemment en Allemagne par M. Fuhlbringer n'ont pas de valeur, les injections ayant été faites non avec le liquide provenant du broyage des testicules, mais avec du sperme, additionné d'ailleurs d'un grand excès d'antiseptiques. — M. Hénoque présente un nouveau modèle de son hématochrome, modifié de façon à se prêter à l'examen microscopique. — MM. Gréhan et Jolyet ont étudié la production d'urée dans l'appareil électrique de la Torpille, par rapport à l'état d'activité de l'organe. On sait que cet appareil contient normalement des quantités énormes d'urée; mais si on sectionne les nerfs électriques d'un côté, de façon à paralyser l'appareil électrique de côté, on trouve, quelques heures après, dans cet appareil une quantité d'urée qui est seulement la moitié ou le tiers de la quantité contenue dans l'autre appareil resté actif. — M. Blanchard rapporte un cas d'*Ixodes ricinus* entièrement soutenu par l'homme. Il pense que l'espèce *Distoma ingens* (Moniez), parasite intestinal de la Bonite, doit être identifiée à l'espèce *D. clavatum* de Rudolphi. Ses recherches sur la sangsue, qui infecte tous les marais de l'Afrique septentrionale et spécialement de l'Algérie, lui permettent d'affirmer qu'il ne s'agit pas de l'*Hæmopsis sanguisuga*, qui n'existerait pas dans la faune algérienne, mais de la *Bdella (Limnatis) nilotica* de Savigny. — MM. Massart et Bordet critiquent les expériences de MM. Charrin et Gley sur l'action vaso-motrice des produits solubles du bacille pyocyanique. — M. Gley répond et montre que ces critiques ne sont pas fondées. — A propos de travaux parus récemment en Allemagne sur le diabète asphyxique, M. Dastre rappelle qu'il a étudié, il y a déjà plusieurs années et d'une façon plus complète, la question de la glycémie asphyxique; il annonce de nouvelles recherches sur ce sujet. — MM. Mairet et Bosc : Toxicité de l'urine des aliénés. — M. Nèpven : Corps flagellés inclus dans les cellules blanches chez les paludiques. L. LAPICQUE.

SOCIÉTÉ DE PHYSIOLOGIE DE BERLIN

Séance du 16 octobre 1891.

M. Lüderitz a étudié dans le rétrécissement artificiel de l'aorte la pression sanguine prise dans le ventricule gauche et dans la carotide droite. L'aorte étant libre, le manomètre, mis en relation avec le ventricule, inscrivait une courbe composée d'une ascension brusque, d'un plateau ondulé et d'une descente rapide; la courbe de la carotide avait également une montée brusque, puis descendait lentement en escalier jusqu'à la chute suivie d'une remontée constituant le diastolisme. A la suite du rétrécissement de l'aorte, la pression sanguine dans la carotide tomba à la moitié ou au tiers de sa valeur primitive, chez le lapin comme chez le chien; dans le ventricule, elle doubla chez le lapin, tripla et

quadruple chez le chien. La durée de la contraction ventriculaire augmenta en même temps que son énergie; elle s'accrut de 50 %. La forme de la courbe manométrique changea également; le plateau de la courbe ventriculaire fit place à un cintre à sommet médian; la courbe de la carotide de son côté présenta une ascension inclinée. — M. T. du Bois-Reymond présente des photographies du fond de l'œil qui laissent bien loin en arrière toutes les tentatives dans cette voie. — M. Wertheim, dans ses recherches sur la vision indirecte, a fait l'observation suivante : Si, dans une chambre noire éclairée par un bec de gaz, on fixe un point de la muraille, de manière que l'image d'un disque vivement éclairé tombe à la périphérie de la rétine, cette image disparaît lorsqu'on ferme le bec de gaz; le disque lumineux réapparaît au moindre mouvement de l'œil. De même, si l'on regarde indirectement le disque clair avec l'un des yeux et, avec l'autre, une large surface bien éclairée, l'image indirecte disparaît quand cette surface s'éteint. — M. Lillienfeld a étudié la nature chimique des globules sanguins, en les soumettant sous le microscope dans une chambre humide à l'action digestive d'une solution chlorhydrique de pepsine. Une partie des globules se dissout et il reste un résidu granuleux, insoluble dans l'alcool, l'éther et les acides, se dissolvant dans la potasse. Les réactions chimiques ont montré qu'il en est de même du résidu de la digestion des noyaux des leucocytes; or, ceux-ci sont constitués par de la nucléine; la partie dissoute est l'albumine; on doit donc considérer les globules sanguins comme une nucléo-albumine, où indubitablement l'albumine et la nucléine forment une combinaison chimique et non un mélange. Divers faits viennent à l'appui de cette thèse, comme le fait que les globules rouges ne sont pas des éléments primitifs du sang, mais bien des produits résiduels d'autres formations, probablement des leucocytes. D^r W. SCLAREK.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE SAINT-PÉTERSBOURG

Séance du 23 septembre 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Imchenetsky présente le travail de M. Bougaieff, professeur à l'Université de Moscou, sur les *Intégrales fractionnaires partielles des équations différentielles*. Le sujet de ce travail est en connection étroite avec la question traitée déjà par M. Imchenetsky en 1887 (Voyez les *Suppléments* au t. IV des *Mémoires de l'Académie de Saint-Petersbourg*) et se rapportant aux équations différentielles linéaires à coefficients rationnels. En comparant son travail à celui de M. Bougaieff, le savant académicien conclut ainsi qu'il suit : « L'avantage de la méthode proposée par M. Bougaieff consiste en ce qu'elle est applicable à toute équation différentielle susceptible d'une solution fractionnaire rationnelle, tandis que les anciennes méthodes n'avaient pour objet que les équations linéaires. Cependant, malgré toute la simplicité théorique de cette nouvelle méthode, son application pratique est assez difficile à cause d'un grand nombre de transformations auxquelles il faut sou-

mettre consécutivement l'équation différentielle pour obtenir l'intégral partiel sous forme d'une fraction ininterrompue. En outre la méthode ne contient pas de critérium qui permettrait de conclure d'avance si la solution est possible ou non dans chaque cas particulier donné; de sorte que l'on est exposé quelquefois de faire toutes les transformations en pure perte ». En somme la méthode de M. Bougaieff n'exclut nullement celles proposées par M. Imchenetsky qui paraissent être plus pratiques et plus rapides. — M. Brédikhin communique une note de M. G. O. Struve, astronome à l'Observatoire de Pulkova, sur la *Libration d'Hypérion*. Les observations faites sur ce septième satellite de Saturne à l'aide d'un réfracteur de 30 pouces, durant les dernières cinq années, ont amené la découverte d'un phénomène remarquable en ce qui concerne son mouvement. L'on sait que les mouvements moyens des deux satellites de Saturne, Titan et Hypérion présentent un certain rapport avec le mouvement des apsidés du second de ces satellites, et notamment : $i \text{ n (Hyp.)} - 3 \text{ n (Tit.)} = d \pi$; les latitudes moyennes de ces satellites sont liées entre elles par l'équation $4 \text{ i (Hyp.)} - 3 \text{ i (Tit.)} - \pi = 180^\circ + \text{la libration}$. Cette équation est analogue à celle que l'on rencontre dans la théorie des premiers trois satellites de Jupiter. Or, il se trouve que la libration, négligeable pour ces derniers, est très sensible dans les mouvements d'Hypérion. Elle serait, d'après M. Struve, de 36° et sa période égalerait 640 jours. Les observations antérieures de Lassell et du professeur Hall (de Washington) concordent parfaitement avec ce résultat. La libration, dépendant principalement de la masse du plus grand satellite, Titan, détermine de grandes variations périodiques dans les longitudes moyennes d'Hypérion; il ressort des observations, que ces variations peuvent atteindre 9 degrés, c'est-à-dire plus de la moitié du mouvement exécuté pendant les 24 heures.

2^{de} SCIENCES NATURELLES. — M. Famintsin lit une note sur une *nouvelle bactérie* : *Nevskia ramosa*. Cette bactérie constitue des colonies de formes variées, munies d'un pedoncule ramifié. A l'extrémité des ramifications aplaties du pedoncule on observe les cellules en forme de bâtonnets de la bactérie, une par pedoncule, disposées parallèlement au bord externe de ce dernier. Le pedoncule est le produit d'une sécrétion mucilagineuse des cellules; le mucus s'accumulant sur l'un des bords de la cellule en quantité plus considérable que sur les autres, se transforme en un pedoncule de la cellule. Après avoir atteint sa taille normale, chaque cellule de la bactérie se divise transversalement en deux cellules; en même temps à l'extrémité de l'ancien pedoncule en apparaissent deux nouveaux. C'est ainsi que s'opère l'accroissement de colonie et la ramification du pedoncule. Les cellules de la bactérie contiennent des gouttelettes d'une huile volatile. L'enveloppe de la cellule se voit surtout nettement après que la cellule s'est complètement dégagée du mucus qui l'englobait. Les caractères mentionnés plus haut suffisent, d'après notre éminent confrère, pour justifier la création d'un genre nouveau de bactérie, auquel il donne le nom de *Nevskia*.

O. BACKLUND,
membre de l'Académie.

CORRESPONDANCE

SUR LES LABORATOIRES DE MÉCANIQUE

Les commentaires consacrés, dans la presse, aux récents articles de la Revue sur les laboratoires de mécanique¹ ont surtout visé, comme ces articles eux-mêmes,

la nécessité d'appliquer l'expérience à l'étude des machines en marche. Sur une autre face de la question, — l'utilité des laboratoires au point de vue de l'enseignement, — nous avons désiré avoir, outre l'avis des professeurs déjà exprimé ici, le sentiment des praticiens : nous nous sommes adressés dans ce but à l'un des plus grands indus-

¹ Voyez les articles signés : V. Dwelshauvers-Dery, Un Mécanicien, E. de Billy, R. H. Thurston dans la Revue des 15 juin, 30 juillet et 15 octobre 1891.

triels de l'Angleterre, M. B. Donkin, dont la compétence en matière de Mécanique appliquée et de Métallurgie est connue dans le monde entier. Voici la réponse de l'illustre ingénieur :

Lettre de M. Donkin

Cher Monsieur,

C'est avec grand plaisir que je réponds à votre demande et vous envoie mes idées, en tant qu'ingénieur, sur l'utilité de laboratoires de mécanique bien outillés non seulement dans les écoles et collèges techniques, mais aussi dans les universités.

Il y a grand avantage, à mon avis, à créer une bonne éducation moderne, spécialement pour les jeunes gens qui se destinent aux différentes branches de l'art de l'ingénieur, électricité, chemins de fer, constructions navales, etc...

Pourquoi, demanderions-nous, envoie-t-on un jeune homme dans une école ou un collège d'ingénieurs? N'est-ce pas principalement pour le préparer à sa future vie pratique? Pour cela, il devra acquérir une connaissance des machines que ne peut lui donner l'étude exclusive sur le papier et dans les livres.

Pour qu'il fasse le meilleur usage de son temps, il faut que les systèmes et méthodes d'enseignement l'intéressent autant que possible à son ouvrage. Ce résultat sera obtenu, je crois, en complétant les cours par l'étude de bons modèles. Un jeune homme travaillera toujours mieux ce qu'il travaille avec plaisir. S'il est attiré et intéressé, il fera un bien meilleur usage de son temps, avec beaucoup plus de profit, et cela, sans pression extérieure. Il apprendra parce que cela lui fera plaisir et non parce qu'il y sera forcé. Le travail manuel avec des outils, des tours, etc., est généralement un plaisir pour les jeunes gens.

Un collège, pour être aussi attrayant et aussi utile que possible, doit posséder une bonne collection de modèles susceptibles d'être démontés ou mis en mouvement. Il faut qu'il y ait aussi une machine à essayer le bois, le fer, l'acier, les fils de fer, les cordes, etc..., aussi bien que des tours, des raboteuses et d'autres machines à travailler les métaux; une machine à vapeur est aussi très utile pour permettre aux jeunes gens de faire des expériences sous la direction du professeur; il en est de même pour un petit moteur à gaz et une presse hydraulique.

Quelque capable que puisse être un professeur, un laboratoire bien monté lui sera toujours une aide inappréciable pour ses cours, qui devraient, à mon avis, être faits dans le laboratoire même. Tout serait disposé ainsi pour familiariser l'élève avec les différentes applications mécaniques.

Quand j'étais au collège de l'Université à Londres, ou à l'Ecole Centrale de Paris, nous n'avions aucune machine à notre disposition, aucun modèle à démontrer et nous nous bornions à apprendre dans les livres. Le résultat était qu'à notre sortie nous avions à faire, de toutes pièces, notre éducation pratique, nous n'avions aucune connaissance réelle des propriétés de la fonte, du fer ou de l'acier. Les deux branches de ces études devraient, à mon avis, marcher de front pendant un certain temps, pour le plus grand avantage des élèves aussi bien que de leurs maîtres.

Les jeunes gens qui, après avoir terminé leurs études, doivent entrer dans un atelier de mécanique seront ainsi capables de faire beaucoup plus de choses dans le même temps. Ceux-là même qui n'entreront pas dans un atelier se ressentiront néanmoins des avantages de l'éducation pratique qu'ils auront reçue au collège.

Nos professeurs d'Angleterre ont souvent noté que des jeunes gens qui, avant d'entrer au collège, avaient passé quelques mois dans un atelier, suivaient les cours avec beaucoup plus d'intérêt et de profit que ceux qui n'avaient pas subi le même entraînement.

Le nombre des collèges qui possèdent, dans leurs laboratoires d'ingénieurs, des machines à vapeur et de bons appareils, a considérablement augmenté en Angleterre, dans ces dernières années. Il y en a environ 15; et j'espère bien que d'ici 10 ou 15 ans, il y en aura plus de cent, tellement ceux qui existent sont appréciés par les élèves et les professeurs.

Que diriez-vous d'une méthode d'enseignement de la chimie qui ne comporterait pas de laboratoire? Ou d'un enseignement de la médecine sans la pratique de l'hôpital? Les jeunes ingénieurs doivent apprendre à couper des métaux comme les étudiants en médecine apprennent à couper des muscles et des os.

Comparons entre eux deux collèges : l'un de l'ancien modèle, ne comportant ni moteurs, ni machines; le second, fourni au contraire de machines et d'appareils mécaniques. Supposons que les professeurs et le mode d'éducation soient identiques dans les deux cas. Peut-il y avoir un doute sur le choix que fera un père qui veut envoyer son fils au collège après avoir examiné les deux maisons, et sur le choix que fera le fils si on lui demande ses préférences?

Après avoir écrit ceci, j'ai interrogé mon fils qui vient de quitter le collège de l'Université de Londres, et lui ai demandé de me donner l'avis d'un jeune homme de vingt ans sur ces questions. Il me répondit que les jeunes gens aiment beaucoup tous les modèles et machines-outils, que les leçons sont rendues ainsi plus intéressantes et plus attrayantes. Il ajouta que si les leçons du professeur étaient faites sur de simples croquis, les étudiants n'écouteraient pas avec la même attention que devant un modèle d'étude. Un dessin immobile ne suffit pas dans la plupart des cas pour donner une idée des mécanismes et permettre d'en suivre la description avec intérêt.

Agrérez, etc...

B. DONKIN.

La crainte d'insister outre mesure sur une question maintenant bien connue de nos lecteurs, nous prive du plaisir d'insérer diverses lettres que nous avons reçues sur ce même sujet. Nous nous bornerons à publier la plus courte, adressée à M. le professeur V. Duvelshauwers-Dery par M. Ch. de Comberousse, professeur à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, lettre qui emprunte à la situation et à la haute notoriété de son auteur un intérêt tout particulier :

Lettre de M. Ch. de Comberousse

Mon cher ami,

Je tiens à vous dire que je partage complètement vos opinions au point de vue de l'utilité des laboratoires d'essai annexés aux écoles techniques supérieures.

Je voudrais qu'on pût y étudier de près, non seulement le fonctionnement des machines à vapeur, mais celui des pompes et autres machines hydrauliques. Je voudrais aussi que toutes les recherches relatives à la résistance des matériaux y fussent poursuivies sous les différentes formes nécessaires : traction, compression, flexion, glissement, torsion, etc. Ces recherches deviennent tous les jours plus importantes en raison même des progrès métallurgiques et des nouveaux produits qui en résultent.

Il y a trois obstacles à vaincre : l'inertie habituelle opposée à toute création, le petit nombre actuel de sujets capables d'organiser convenablement de pareils laboratoires, l'argent à trouver.

Je souhaite qu'on puisse bientôt les surmonter en France. Je crois que vous êtes en avance sur nous en Belgique.

Votre tout dévoué,
CH. DE COMBEROUSSE.

CHRONIQUE

LA PHYSIQUE AU RÉCENT CONGRÈS DE L'ASSOCIATION BRITANNIQUE A CARDIFF

Le congrès que l'Association britannique a tenu cette année à Cardiff avait attiré moins de monde que les années précédentes. Les décisions relatives aux étalons de mesures électriques ont néanmoins donné à cette session un grand intérêt.

La section de Mathématiques, Astronomie et Physique était présidée par M. Oliver Lodge. Le discours d'ouverture que ce savant a prononcé a fait sensation. M. Lodge a préconisé la création d'un Laboratoire national où une direction commune, jointe à des ressources que ne sauraient avoir des laboratoires particuliers, permettrait aux chercheurs de donner à la Physique la précision de l'Astronomie. Cette extrême précision — que permet seule d'atteindre une installation telle que celle d'un Observatoire — est de la plus haute importance, bien moins pour son utilité pratique ou pour la satisfaction qu'elle peut procurer à un esprit qui aime l'exactitude, que parce qu'elle est souvent la condition indispensable de nouvelles et brillantes découvertes. A quoi tient la magnétique découverte de l'aberration de la lumière, sinon à ce que Bradley reconnut une anomalie portant sur la cinquième décimale? Le danger d'une pareille institution serait peut-être, il est vrai, de créer une science officielle et d'enlever aux chercheurs l'indépendance et l'initiative hardie qui sont la condition du progrès scientifique. Cette hardiesse de pensée, M. Lodge en donne une preuve nouvelle en recommandant aux physiciens de se livrer à l'étude de ces phénomènes dits de « transmission de la pensée » qui nous paraissent aujourd'hui si mystérieux et qui cesseront de l'être le jour où des expériences sérieuses et systématiques en auront établi les lois. Il y aurait bien quelques réserves à faire sur les digressions métaphysiques de l'auteur des *Idees modernes en Electricité* et sur sa doctrine de l'*Intelligibilité ultime* de l'Univers. Dans tous les cas, on ne peut qu'applaudir à sa conclusion, lorsqu'il déclare qu'un coup d'œil d'ensemble jeté de temps à autre sur la constitution du Monde est indispensable au savant : sans quoi son attention, sans cesse concentrée sur les moindres faits et leurs moindres détails, finirait par lui rendre l'étude monotone, malsaine et intolérable.

L'Association britannique demande en général à l'un de ses membres de faire un rapport exposant l'état de la science sur un sujet déterminé et à l'ordre du jour. Le rapport qui paraîtra cette année est l'œuvre de MM. Bryon et Larmor ; il résumera l'état de nos connaissances en thermodynamique, en particulier sur le second principe, qui a donné lieu à tant de discussions.

Parmi les communications faites à l'Association, nous signalerons seulement quelques-unes de celles qui se rapportent à la Physique.

Optique. — Lord Rayleigh a exposé le résultat d'expériences qu'il a faites sur la réflexion de la lumière sous l'angle de polarisation à la surface des liquides limpides. Jamin avait montré que dans le voisinage de l'incidence de polarisation, il y a réflexion elliptique : Lord Rayleigh trouve une ellipticité de l'ordre du millièmes de celle qu'avait indiquée Jamin. Il attribue les résultats de ce savant à des impuretés résidant à la surface du liquide. C'est là un point qui méritera confirmation.

Electrochimie. — M. Swinburne a présenté une étude très soignée sur l'élément Latimer Clark. Il recommande l'emploi de l'élément en forme d'H tel que l'a construit Lord Rayleigh. Une de ses remarques les plus intéressantes, au point de vue pratique, est relative à la façon dont le coefficient de variation avec la température diffère d'un élément à l'autre : il varie

du simple au double pour des éléments qui paraissent identiques. Avec cette cause d'erreur, il est difficile de répondre de la valeur de la force électromotrice du Latimer Clark à moins d'un millième : aussi, comme on le verra plus loin, la Commission a-t-elle toléré un écart de $1/400^e$ dans la construction des étalons de force électromotrice. — Quant aux méthodes indiquées par M. Swinburne pour l'étude des résistances liquides, je ne vois pas en quoi elles diffèrent, au fond, de la méthode fondée sur l'emploi des électrodes impolarisables, telle que l'applique M. Bouty.

Etude des ondes électromagnétiques. — Diverses communications ont trait à ce sujet : signalons, entre autres, le travail de M. Jones, qui a intercalé des couples thermo-électriques sur les fils mêmes qui guident la décharge. Quand la soudure du couple est à un nœud, on ne devrait avoir aucun courant : on obtient seulement en fait un minimum d'action.

Téléphonie. — M. Preece a traité du téléphone établi entre Paris et Londres. La ligne, établie il y a quelques mois, a donné d'excellents résultats. Sa résistance totale est de 692 ohms, sa capacité de 10,62 microfarads ; le produit CR, qui est, on le sait, le principal élément qui détermine le degré de netteté de la parole¹, est égal à 7350 ; on doit donc entendre très bien. La transmission est même meilleure qu'on ne serait tenté de le croire, si l'on s'en tenait à cette seule considération, M. Vaschy avait prévu et indiqué d'avance ce résultat. M. Preece cherche à le justifier par des considérations qui ne sauraient trouver place ici.

Une autre communication sur la téléphonie a été faite par M. R. Bennett. Elle est relative à la téléphonie dans les grandes villes. La téléphonie ne prendra une plus grande extension que lorsqu'on aura abaissé le prix des abonnements. M. Bennett estime qu'on arrivera, à Londres, à réduire ce prix à 200 francs. Une simplification importante, ayant pour conséquence la diminution des frais d'installation des postes, serait réalisée par l'emploi du système « Mann », déjà appliqué en Ecosse et à Manchester, au lieu du système ordinaire pour l'appel et la mise en communication des abonnés. Voici la forme simple que M. Bennett propose de donner au système « Mann ». Le téléphone de l'abonné étant normalement en communication avec le double fil de ligne, il suffit d'abaisser une clef pour relier le téléphone à la terre par un bout, l'autre bout étant relié alors au double fil de ligne. Dans le voisinage du poste téléphonique est disposé un fil isolé qui court parallèlement au double fil de l'abonné ; ce fil est limité à une extrémité, et relié par l'autre à la terre à travers le téléphone de l'employé. Quand l'abonné baisse sa clef, le double fil de ligne constitue l'une des armatures d'un condensateur dont l'autre armature est le fil isolé unique du poste. Tout se passe comme si les deux téléphones de l'abonné et de l'employé étaient intercalés sur un circuit à fil unique, relié aux deux bouts à la terre, et sur lequel serait embroché un condensateur. On n'est pas dans les meilleures conditions pour la transmission de la parole ; mais c'est bien suffisant pour que l'abonné indique à l'employé son numéro et celui de la personne avec laquelle il veut correspondre. Tout le travail de l'employé consiste à insérer deux fiches reliées par un double conducteur aux jack-knives des deux

1. M. Preece a remarqué que, quand le produit CR (ohms-microfarads) dépasse 15000, la transmission est impossible ; quand il est voisin de 10000, la transmission est possible, elle ne devient très bonne que pour CR voisin de 5000 ; enfin, si CR est inférieur à 2500, elle est parfaite. CR représente le nombre de millièmes de seconde que met le courant induit à atteindre sa valeur maxima.

abonnés. L'abonné relève alors sa clef et l'employé ne peut alors en aucune façon surprendre sa conversation avec l'autre abonné. Ceci, on le voit, supprime sonneries et annonceurs et dispense l'employé de se mettre d'abord en communication avec l'abonné qu'il appelle, avant d'établir la communication définitive. Le poste de distribution est énormément simplifié; et quant au fil supplémentaire qui est nécessaire, ce seul fil peut suffire pour 60 à 100 circuits de double fil, reliant au poste autant d'abonnés. Le coup sec de la clef d'un abonné mettant son téléphone à la terre suffit pour éveiller l'attention de l'employé; l'inconvénient de ce système est que les 60 ou 100 abonnés correspondant au même fil du poste peuvent parler à la fois à l'employé : comme ce qu'ils ont à dire se réduit à peu de chose, M. Bennett déclare qu'avec un peu d'habitude, l'employé arrive aisément à les contenter tous en peu de temps.

Unités électriques. — Dans les travaux de l'Association la question capitale a été celle des unités électriques. Une Commission nommée par le Conseil du Commerce (*Board of Trade*) était chargée de présenter un rapport qui a été soumis à la discussion de deux sections réunies. Ce rapport fixe les noms et les définitions des étalons de mesures électriques proposés pour être officiellement adoptés par le *Board of Trade*. La Commission émet les vœux suivants :

1. Que de nouvelles dénominations des étalons de mesures électriques, approuvées en Conseil par Sa Majesté, définissent les étalons du *Board of Trade*.
2. Que la grandeur de ces étalons soit déterminée dans le système électromagnétique de mesures rapporté au centimètre comme unité de longueur, au gramme comme unité de masse et à la seconde comme unité de temps, — en entendant par les termes : centimètre et gramme les étalons déposés au *Board of Trade* et ainsi nommés.
3. Que l'étalon de résistance électrique s'appelle l'ohm et ait pour valeur 1.000.000.000, en prenant pour unités le centimètre et la seconde.
4. Que la résistance opposée au passage d'un courant constant par une colonne de mercure ayant 1 mm. carré de section droite et une longueur de 106^m.3 à la température de la glace fondante, soit adoptée comme valant un ohm.
5. Que la valeur de l'étalon de résistance construit par un Comité de l'Association britannique pour l'avancement des sciences en 1863 et 1864 et connu sous le nom d'unité de l'Association britannique soit prise comme représentant 0 ohm.9866.
6. Qu'un étalon matériel, construit en métal solide et vérifié par comparaison avec l'unité de l'Association britannique, soit adopté comme ohm étalon.
7. Que, pour pouvoir remplacer cet étalon, s'il venait à être perdu, détruit ou endommagé, et pour l'usage courant, un nombre limité de copies en soient faites, qui seraient périodiquement comparées à l'ohm-étalon et à l'unité de l'Association britannique.
8. Que des résistances construites en métal solide soient adoptées comme étalons du *Board of Trade* pour les multiples et les sous-multiples de l'ohm.
9. Que l'étalon de courant électrique s'appelle l'ampère et ait pour valeur 0,1 (un dixième) en prenant pour unités le centimètre, le gramme et la seconde.
10. Qu'un courant constant qui, en passant dans une solution de nitrate d'argent dans l'eau, dans les conditions que spécifie la note jointe à ce rapport 1 dépose de l'argent à raison de 0^m.001118 par seconde, soit considéré comme un courant d'un ampère.
11. Qu'un courant alternatif d'un ampère signifie un courant tel que la racine carrée du carré moyen de son intensité, évaluée en ampères, soit 1.
12. Que des instruments construits sur le principe de la balance, dans lesquels la disposition particulière des conducteurs donne lieu à des forces attractives ou répulsives qui

ne dépendent que de la grandeur du courant qui passe, forces contrebalancées par des poids connus, soient adoptés comme étalons du *Board of Trade* pour la mesure des courants, soit constants, soit alternatifs.

13. Que l'étalon de pression électrique s'appelle le volt et soit la pression qui, appliquée à un conducteur d'un ohm de résistance, y produit un courant d'un ampère.

14. Que la pression électrique à la température 62° F. (16° 67 C.) aux pôles ou électrodes d'une pile voltaïque connue sous le nom d'élément Clark, soit regardée comme ne différant de 1 volt, 433 que d'une fraction qui sera déterminée par un Comité nommé pour étudier la question et qui préparera une note pour la construction et l'usage de cet élément.

15. Qu'une pression alternative d'un volt désigne une pression telle que la racine carrée de son carré moyen, exprimée en volts, soit égale à l'unité.

16. Que des instruments construits sur le principe de l'électromètre à quadrants de Sir W. Thomson, employés idéalement, et par les hautes pressions des instruments fondés sur le principe de la balance ou les forces électrostatiques soient contrebalancés par un poids connu, soient adoptés comme étalons du *Board of Trade* pour la mesure de la pression constante ou alternative.

On se réserve de fixer les modèles d'appareils qui seront employés pour les diverses mesures. On tolérera dans les étalons un défaut d'exactitude de $\frac{1}{100}$ pour 100 (c'est-à-dire $\frac{1}{10000}$) dans l'étalon de résistance, de $\frac{1}{10}$ pour 100 dans l'étalon de courant, et de $\frac{1}{4}$ pour 100 dans l'étalon de pression électrique.

On remarquera que, contrairement à ce qui a eu lieu pour le mètre, qui, destiné dans le principe à représenter la dix-millionième partie du quart du méridien, n'en est pas moins défini aujourd'hui par la longueur du mètre-étalon des Archives, l'ohm est défini comme valant un milliardi d'unités électromagnétiques C. G. S., et l'on admet ensuite que la colonne de mercure de 106 cm. 3 réalise suffisamment cette unité théoriquement définie.

On a franchement adopté la valeur 106,3 pour la longueur de la colonne de mercure d'un ohm. On ne s'est plus arrêté aux susceptibilités qui avaient empêché les électriciens d'adopter ce nombre, moyenne des mesures récentes, au lieu de garder le nombre 106 qui tenait trop de compte des premières mesures, très remarquables, il est vrai, mais notablement moins précises que les suivantes.

Les étalons de résistance devront être non en mercure, mais en métal solide.

Remarquons enfin les noms donnés aux grandeurs électriques. On ne parlera plus d'intensité de courant, mais seulement de courant : c'est une simplification de langage qu'avait déjà adoptée nombre de savants. On substitue au nom de force électromotrice celui de pression électrique : on a voulu une désignation courte pour les applications : peut-être l'adoption du mot pression, déjà employé dans une acception tout autre, n'est-elle pas très heureuse.

On ne peut songer à résumer la discussion générale sur les unités électriques. Disons seulement qu'on a proposé pour l'unité pratique de selfinduction, égale à 10⁹ centimètres, les noms de *quadrant*, de *seohm* et de *henry*. C'est le mot *henry* qu'emploie M. Preece dans ses travaux de téléphonie.

Quelques savants, frappés de certains inconvénients du système C. G. S., proposaient d'en changer et indiquaient d'autres systèmes d'unités. Mais l'Association n'a pas paru disposée à recommencer tous les dix ans le travail du *Congrès des Electriciens*. Elle a sanctionné les conclusions du rapport du *Board of Trade* : c'est la consécration officielle et légale d'une grande œuvre scientifique, à laquelle l'Association britannique a contribué pour sa large part.

Bernard BRUNHES,
Agrégé des Sciences physiques.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LA CHRONOPHOTOGRAPHIE ¹

NOUVELLE MÉTHODE POUR ANALYSER LE MOUVEMENT DANS LES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

Les sciences progressent en raison de la précision de leurs méthodes et de leurs instruments de mesure. La balance, le thermomètre, le manomètre ont donné à la chimie et à la physique la précision que nous admirons aujourd'hui. Ces divers instruments expriment la valeur statique des forces qu'ils doivent mesurer : la balance indique le poids actuel d'un corps en lui faisant équilibre avec des poids connus ; le manomètre équilibre pareillement la pression d'un gaz par celle d'une colonne de mercure.

Mais, sous leur forme primitive, ces instruments seraient incapables d'exprimer les variations qui surviennent à chaque instant dans le poids d'un liquide qui s'évapore, ni dans la pression d'un gaz dont on change la température. Aussi, pour mesurer les variations qui surviennent dans l'intensité des forces physiques, a-t-il fallu créer de nouveaux instruments que l'on nomme *inscripteurs* ou *enregistreurs*, et grâce auxquels on obtient, sous forme de courbes plus ou moins sinueuses, l'expression des changements de poids, de pression, de température, de tension électrique, etc. C'est avec ces instruments que les météorologistes suivent, en chaque point du globe, les variations de l'état de l'atmosphère, que les physiologistes inscrivent les changements les plus délicats de la pression du

sang, de la force des muscles, de la température des organes.

Or, tous les corps de la Nature présentent des *caractères extérieurs* sur lesquels notre vue nous renseigne, à la condition que ces caractères ne varient pas de manière à rendre l'observation impossible. La forme des corps, leurs dimensions, leur position dans l'espace peuvent être exactement appréciées à l'état statique ; nous savons même, depuis un temps immémorial, représenter par le dessin ces caractères extérieurs. Mais cette laborieuse représentation des objets est souvent insuffisante, car elle ne peut montrer qu'à l'état de repos, des corps qui changent de forme ou qui se déplacent constamment.

La photographie est venue porter à la perfection la représentation des objets immobiles ; elle nous en donne les images avec les détails les plus délicats ; elle sait en réduire ou en agrandir la dimension, à une échelle connue et avec une précision que nulle autre méthode ne saurait atteindre. La photographie est donc, pour certaines sciences, l'auxiliaire le plus puissant : les sciences naturelles, par exemple, ne sauraient plus se passer de son concours ; aussi notre savant confrère M. Janssen a-t-il caractérisé d'une manière fort heureuse les propriétés de la plaque photographique en l'appelant la *réтина* du savant.

Eh bien, cette réтина merveilleuse qui perçoit en un court instant l'aspect des corps à l'état statique

¹ Conférences faites par M. Marey au Collège de France en juillet 1891.

ou d'immobilité, et qui fixe ces caractères d'une façon immuable, peut-elle saisir et fixer aussi les caractères du mouvement? Les appareils photographiques peuvent-ils se rattacher de quelque façon à la série des appareils inscripteurs qui traduisent les phénomènes de la Nature où les forces sont toujours en action, la matière toujours en mouvement?

On peut aujourd'hui répondre à cette question par l'affirmative, et nous espérons montrer que la photographie, appliquée de certaine manière, renseigne de la façon la plus exacte sur des mouvements que notre œil ne saurait saisir parce qu'ils sont trop lents, trop rapides ou trop compliqués. Cette méthode que nous allons décrire, c'est la *Chronophotographie*¹.

Si l'on considère la propriété physiologique de l'œil humain, on voit que cet organe représente, au point de vue dioptrique, un appareil photographique avec son objectif et sa chambre noire; les paupières en forment l'obturateur, tandis que la rétine, sur laquelle viennent se former les images réelles des objets extérieurs, serait la plaque sensible.

Or cette rétine jouit à un certain degré des propriétés de la plaque photographique : Boll a démontré qu'il se forme à sa surface des images qu'on voit persister quelques instants sur la rétine d'un animal récemment sacrifié, de sorte que la vision serait la perception que nous aurions d'images photographiées dans notre œil. Loin d'être permanentes, comme celles des appareils photographiques, les images rétinienne sont fugitives; elles persistent toutefois quelques instants, prolongeant ainsi la durée apparente du phénomène qui leur a donné naissance. Cette propriété de la rétine va nous permettre d'étudier comment une image photographique peut représenter un mouvement.

Si nous sommes dans l'obscurité, de sorte que rien ne vienne mettre en action la sensibilité de notre œil, sauf un point lumineux ou un objet vivement éclairé, l'image de ce point ou de cet objet se peindra sur notre rétine et nous en conserverons l'impression quelque temps encore après que la source de lumière aura disparu. Il s'est peint dans notre œil l'image d'un objet à l'état statique, c'est-à-dire d'immobilité. Cette opération est identique à celle que nous faisons en prenant, au moyen de nos appareils, la photographie d'un objet immobile. Mais si le point lumineux se déplace rapidement

au devant de notre œil, nous conserverons quelques instants une impression plus complexe, celle du trajet suivi par l'objet dans l'espace. Quand un enfant agite une baguette dont l'extrémité est incandescente et qu'il s'amuse à voir le ruban de feu qui semble onduler dans l'air, il photographie en réalité sur sa rétine la *trajectoire* d'un point lumineux; cette trajectoire n'est pas très longue, car la rétine ne garde pas longtemps les impressions reçues. Une plaque photographique donnerait, en pareil cas, l'image entière et permanente du chemin parcouru par le point lumineux; toutefois ce ne serait pas encore l'expression complète du mouvement, puisque cette image n'exprimerait que les positions successives occupées par le corps lumineux, abstraction faite de la durée de son parcours.

Pour exprimer complètement les caractères du mouvement, il faut introduire dans l'image la *notion de temps*; cela s'obtient en faisant agir la lumière d'une manière intermittente et à des intervalles de temps connus.

Ainsi, pendant que nous recevons l'impression rétinienne, si nous battions des paupières d'une manière intermittente, deux fois par seconde par exemple, l'image du ruban de feu qui se peindrait dans notre œil présenterait des interruptions, et le nombre des interruptions contenues sur une certaine longueur de la trajectoire lumineuse exprimerait, en demi-secondes, le temps que le mobile a employé pour effectuer ce parcours. Or, ce sont là, précisément, les conditions de la chronophotographie.

Nous nous proposons d'indiquer d'une façon sommaire ses méthodes et ses principales applications.

Méthodes

I. — CHRONOPHOTOGRAPHIE SUR PLAQUE FIXE

Supposons qu'on braque un appareil photographique sur un champ obscur et que, l'objectif étant ouvert, on lance devant ce champ une boule brillante éclairée par le soleil, de telle sorte que l'image de cette boule impressionne successivement différents points de la plaque sensible. On trouvera sur cette plaque une ligne continue représentée (fig. 1) par la courbe supérieure qui représentera exactement la trajectoire suivie par le corps brillant. Si nous répétons l'expérience en admettant la lumière dans la chambre noire d'une manière intermittente, et à des intervalles de temps égaux, nous obtiendrons une trajectoire discontinue (courbe inférieure de la même figure), dans laquelle seront représentées les positions successives du mobile aux instants où se sont produites les admissions de la lumière : c'est la courbe chronophotographique.

¹ Nous avions d'abord désigné notre méthode sous le nom de *Photochronographie*; mais le Congrès international de Photographie réuni à Paris, en 1889, a fixé la terminologie relativement aux différents procédés (Voir procès-verbaux et résolutions du Congrès, p. 66), et adopté le nom de *Chronophotographie*. Nous nous conformerons à cette décision.

Cette méthode suppose que l'intervalle de temps qui sépare deux images successives soit toujours



Fig. 1. — Trajectoire simple et trajectoire chronophotographique d'une boule brillante qui se déplace devant un champ obscur.

le même et qu'on en connaisse exactement la valeur. Pour obtenir les meilleures images possibles, il faut que l'objet soit vivement éclairé et le fond sur lequel il se détache parfaitement obscur¹; en outre, la durée des admissions de lumière doit être très courte et les intervalles entre deux éclaircissements successifs parfaitement égaux.

La figure 2 représente la disposition primitive que nous avons donnée à l'appareil chronophoto-

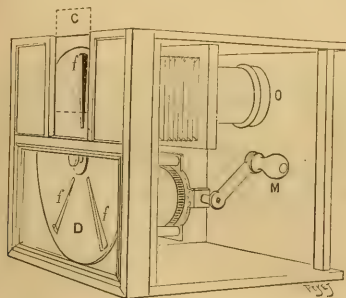


Fig. 2. — Disposition de l'appareil pour la chronophotographie sur plaque fixe et sur champ obscur.

graphique. On faisait tourner au moyen d'une manivelle un disque fenêtré D, dont la rotation était réglée et parfaitement uniformisée au moyen d'un régulateur. La plaque sensible s'introduisait avec son châssis C au foyer de l'objectif O. A chaque passage d'une fenêtre (f), cette plaque recevait une image représentant l'objet éclairé, avec sa forme et sa position actuelles. Or, comme l'objet se déplaçait entre deux images successives, on obtenait une série d'images analogues à celles de la boule (fig. 1), indiquant les attitudes et les positions successives de l'objet en mouvement. L'intervalle entre les images était parfaitement réglé à 1/10 de seconde; la durée des éclaircissements était de 1/500 de seconde; enfin, une règle métrique avec ses divisions était placée

devant le champ obscur, dans le même plan que l'objet photographié. L'image de cette règle, reproduite sur la plaque sensible, servait d'échelle pour mesurer la grandeur réelle de l'objet et les espaces qu'il avait parcourus dans chaque dixième de seconde.

L'image ainsi obtenue donnait, avec toute la précision d'une épure géométrique, les deux notions d'espace et de temps qui caractérisent tout mouvement. Toutefois, ces deux notions qu'il s'agissait de concilier dans la chronophotographie, sont, dans une certaine mesure, incompatibles entre elles, de sorte que, pour les obtenir toutes deux, on est souvent obligé de recourir à certains artifices, ainsi qu'on va le voir.

Pour une même vitesse de translation, si l'objet étudié couvre peu de surface dans le sens du mouve-



Fig. 3. — Un homme qui marche : attitudes successives données par la chronophotographie sur plaque fixe.

ment, on en peut recueillir un grand nombre d'images sans que celles-ci se confondent en se superposant. C'est le cas du projectile que nous considérons tout à l'heure. La notion de temps est donc très complète quand celle d'espace est très restreinte.

Mais si nous prenons les images successives d'un homme qui marche (fig. 3), la notion d'espace est plus complète : chaque image couvre une surface étendue, et renseigne sur les positions que prennent



Fig. 4. — Cheval arabe au galop. La grande surface couverte par chacune des images fait qu'elles se superposent entre-elles presque complètement.

le corps, les bras et les jambes. Mais, par cela même que chaque image occupe plus d'espace, le nombre qu'on en peut prendre est moins grand, sans quoi la confusion se produirait par superposition de ces images.

¹ Voir pour la manière d'obtenir un bon champ obscur, la *Méthode graphique* (supplément p. 22 et suiv.), Paris, Masson, 1884.

Avec un gros animal, un cheval par exemple, le nombre des images devra être très restreint, car la longueur de chacune d'elles, mesurée dans le sens du mouvement, est très grande et la superposition se produirait ainsi qu'on le voit sur la figure 4 représentant un cheval au galop.

Pour des vitesses de translation différentes, le nom-



Fig. 5. — Homme qui court. Chronophotographie sur plaque fixe.

bre des images qu'on peut prendre en un temps donné sans que la confusion se produise est d'au-



Fig. 6. — Homme vêtu de noir et par conséquent invisible quand il passera devant le champ obscur. Des lignes blanches qu'il porte sur les bras et les jambes seront seules marquées dans l'image chronophotographique.

tant plus grand que la translation est plus rapide.

On peut s'en convaincre en comparant les images successives d'un homme qui court (fig. 5), avec celles d'un homme qui marche (fig. 3) : les images du coureur sont bien plus éloignées les unes des autres, quoique la fréquence des éclaircissements ait été la même dans l'un et l'autre cas.

Ainsi, la confusion des images par superposition est la limite qui s'impose aux applications de la chronophotographie sur plaque fixe. Dans bien des cas cependant, au moyen de certains artifices, on échappe à cet inconvénient.

Le moyen le plus naturel consistait à réduire artificiellement la surface du corps étudié. On rend invisibles, en les noircissant, les parties qu'il n'est pas indispensable de représenter dans l'image, et l'on rend lumineuses au contraire celles dont on veut connaître le mouvement. C'est ainsi qu'un homme vêtu de velours noir (fig. 6) et portant sur les membres des galons et des points brillants, ne donne, dans l'image, que des lignes géométriques sur lesquelles pourtant se reconnaissent aisément les attitudes des différents segments des membres.

Dans l'épure que l'on obtient ainsi (fig. 7), le nombre des images peut être considérable et la

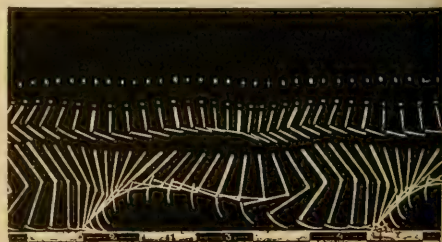


Fig. 7. — Images d'un coureur réduite à des lignes brillantes qui représentent l'attitude de ses membres. Chronophotographie sur plaque fixe.

notion de temps très complète, puisque celle d'espace a été volontairement restreinte au strict nécessaire.

II. — CHRONOPHOTOGRAPHIE SUR PELLICULE MOBILE

Les résultats donnés par la chronophotographie pour l'analyse des mouvements sont donc très suffisants lorsqu'on n'en veut connaître que les caractères mécaniques ; nous les passerons en revue plus tard. Mais cette méthode ne saurait satisfaire le physiologiste qui veut analyser les mouvements d'ensemble d'un organe ; elle ne satisferait pas non plus l'artiste qui, dans un groupe de personnages, voudrait suivre les attitudes et les expressions de chacun d'eux. En outre, la chronophotographie sur plaque fixe ne peut être réalisée que dans des conditions spéciales, devant un fond

parfaitement obscur; un grand nombre de phénomènes lui échappent donc : les mouvements des nuages, ceux de la mer, la marche des navires, les allures des animaux sauvages, etc.

Pour obtenir une série d'images dans ces différents cas, il faut les recueillir sur une plaque sensible qui se déplace et présente successivement des points différents de sa surface au foyer de l'objectif photographique. Le revolver astronomique avec lequel M. Janssen recueillait une série d'images de la planète Vénus passant sur le disque lumineux du Soleil renferme le principe de ce procédé. Mais les images des deux astres étaient prises à des intervalles assez longs, il fallait, pour saisir les mouvements si rapides qu'exécutent les êtres animés, trouver un mécanisme très rapide lui-même. Nous avons construit à cet effet, il y a quelques années, une sorte de fusil dont le canon contenait un objectif et qui renfermait dans sa culasse une glace photographique circulaire¹. On visait l'objet en mouvement, et en pressant sur la détente, on mettait en action le mécanisme. La glace sensible tournait sur elle-même et s'arrêtait douze fois par seconde pour recevoir les images de l'objet; la durée de la pose était à peu près de $1/720$ de seconde.

Malgré les difficultés mécaniques qu'il avait fallu surmonter pour obtenir une telle fréquence d'images, le résultat obtenu n'était pas encore satisfaisant : ces images étaient trop petites et, à l'agrandissement, ne donnaient que des détails insuffisants.

Si nous avons éliminé systématiquement les appareils à objectifs multiples, comme celui de Muybridge qui a donné pourtant de si admirables résultats, c'est que, dans ces appareils, les divers objectifs voient, si l'on peut ainsi dire, l'objet photographié sous des incidences différentes. Or ces changements de perspectives, s'ils n'ont pas d'inconvénients quand on opère sur des objets éloignés et de grandes dimensions, ne permettraient pas d'étudier les objets de petite taille, qui doivent s'observer de très près, à plus forte raison les êtres microscopiques. C'est pourquoi nous nous sommes décidé à l'emploi d'un objectif unique au foyer duquel une longue bande de pellicule sensible passe en s'arrêtant pour recevoir chaque image; passe encore, s'arrête de nouveau, et cela avec une telle vitesse qu'on peut obtenir jusqu'à 60 images à la seconde, chacune de ces images n'employant à se former qu'un temps de pose très court variant de $1/1000$ à $1/25000$ de seconde.

Nous ne rappellerons pas les nombreuses tentatives à travers lesquelles il a fallu poursuivre la

réalisation de ce programme; nous nous bornerons à décrire l'appareil unique dans lequel sont définitivement réunies les dispositions nécessaires pour la chronophotographie, soit sur plaque fixe, soit sur pellicule mobile. Cet appareil recueille également bien les images réduites de grands objets éloignés, les images en grandeur réelle de petits objets rapprochés, enfin les images très amplifiées des êtres qui se meuvent dans le champ du microscope.

Ajoutons que la difficulté de saisir un mouvement ne tient pas toujours à sa trop grande vitesse; certains mouvements nous échappent encore par leur lenteur : c'est ainsi que l'aiguille d'une montre nous paraît immobile. Or il y a des mouvements bien plus lents qu'il est important de rendre saisissables : la chronophotographie se prête également bien à l'analyse de ces mouvements très lents.

III. — DESCRIPTION DU CHRONOPHOTOGRAPHE COMPLET.

Le chronophotographe complet (fig. 8) renferme, avons-nous dit, tout ce qui est nécessaire pour

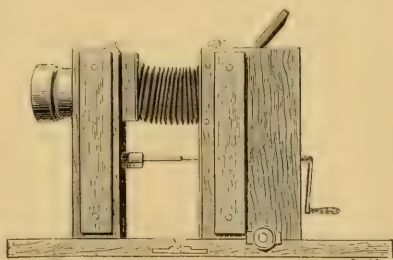


Fig. 8. — Disposition nouvelle de l'appareil, se prêtant à toutes les applications de la chronophotographie. (Echelle $1/10$.)

prendre des images, soit sur une plaque fixe, soit sur une bande pelliculaire qui se déplace; son tirage variable et la possibilité de changer l'objectif dont on se sert permettent d'obtenir, suivant le besoin, des images réduites ou amplifiées; la fréquence et l'étendue de ces images, la durée des temps de pose et l'intensité des éclaircissements peuvent être réglés suivant le besoin.

Nous décrirons d'abord les pièces qui sont nécessaires pour la chronophotographie sur plaque fixe, c'est-à-dire pour le cas le plus simple.

A. *Pièces qui servent à la chronophotographie sur plaque fixe.* — Nous avons vu qu'un appareil photographique très simple, dans lequel la lumière arrive d'une façon intermittente, suffit pour appliquer cette méthode. Ces pièces sont faciles à reconnaître dans la fig. 8, où l'on voit les deux corps de l'appareil réunis par un soufflet. L'arrière-corps glisse sur un rail au moyen d'un bou-

¹ Voir supplément à la *Méthode graphique*, p. 12.

ton à crémaillère, suivant les besoins de la mise au point. L'objectif dont on se sert doit toujours être contenu dans une boîte fendue en dessous (fig. 9) et qui coulisse dans une ouverture

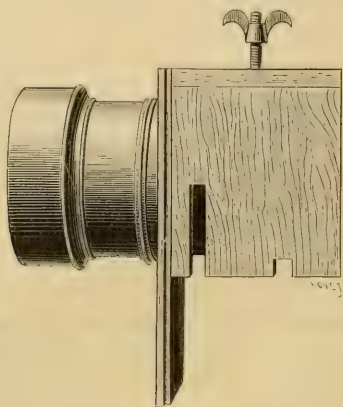


Fig. 9. — Objectif photographique en partie contenu dans sa boîte. La planchette située en avant entre dans une coulisse de l'avant-corps de l'appareil. La fente située au-dessous de la caisse laisse passer les disques obturateurs. (Echelle 1/3).

de l'avant-corps de l'appareil qu'elle remplit exactement. La fente située au-dessous de la boîte coupe en deux l'objectif perpendiculairement à son axe optique principal, et laisse passer les disques fenêtrés qui produiront, en tournant, des intermittences dans l'admission de la lumière.

Le soufflet s'adapte par une de ses extrémités à la boîte de l'objectif, tandis que l'autre, collée à

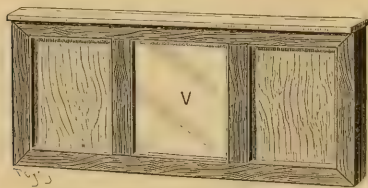


Fig. 10. — Châssis à verre dépoli V pour la mise au point dans la chronophotographie sur plaque fixe.

l'arrière-corps, se trouve, par sa large ouverture, en rapport soit avec le châssis à verre dépoli (fig. 10), soit avec le châssis photographique (fig. 11).

Les seules pièces qui méritent une description spéciale sont les *disques obturateurs* et l'*arbre* qui sert à leur transmettre le mouvement.

Les disques obturateurs tournent en sens contraire l'un de l'autre; la rencontre des ouvertures dont ils sont percés produit les éclaircissements. Cette disposition permet d'employer des disques de petit diamètre et par conséquent de réduire

beaucoup les dimensions totales de l'appareil. Celui-ci, en effet, n'excède pas le volume ordinaire d'une chambre 18-24.

Quant à l'arbre qui fait tourner les disques, il emprunte son mouvement à des rouages actionnés par une manivelle et qu'il n'y a pas lieu de décrire en ce moment; cet arbre se fixe d'autre part à

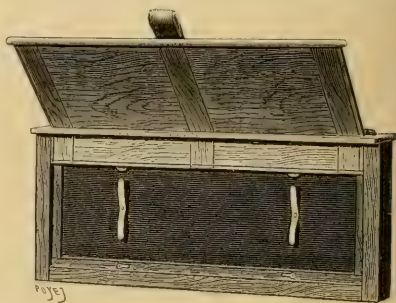


Fig. 11. — Châssis recevant la glace sensible dans la chronophotographie sur plaque fixe. Le volet du châssis est tiré.

l'axe de l'obturateur rotatif. Or, dans la mise au point, le tirage doit varier, et les deux corps de l'appareil s'éloignent plus ou moins l'un de l'autre; il faut donc que l'arbre s'accommode à ces changements de longueur: pour cela, il est formé de tubes carrés glissant à frottement l'un dans l'autre. Cette disposition se prête à toutes les applications de la chronophotographie sur plaque fixe; ainsi qu'on le dira plus loin.

B. *Pièces qui servent à la chronophotographie sur pellicule mobile.* — On a vu que, si l'objet à étudier exécute des mouvements sur place ou que, présentant une grande surface, il se déplace avec peu de vitesse, on ne peut recourir à la chronophotographie sur plaque fixe, parce que les images se confondraient par superposition. Il faut alors recevoir ces images sur une plaque qui se déplace en présentant successivement au foyer de l'objectif les différentes parties de sa surface. Nous nous servons à cet effet de plaques souples ou pellicules, taillées en longues bandes et montées sur bobines. La *bande pelliculaire* doit défilér très vite pour recevoir en un temps donné un grand nombre d'images sans que les dimensions de ces images soient trop réduites; elle doit s'arrêter au moment de chaque pose, sans quoi les images obtenues n'auraient aucune netteté; il faut que cette bande sensible puisse être introduite dans l'appareil et en puisse être retirée sans subir l'action de la lumière; il faut enfin, pour la bonne utilisation de la pellicule, qu'il n'en passe, entre deux éclaircissements consécutifs, que la quantité rigoureusement

nécessaire pour recevoir une image. Voici les dispositions qui réalisent ces conditions multiples.

Reprenons la description de l'appareil chronophotographique au point où nous l'avons laissé tout à l'heure. Le châssis qui porte la plaque fixe doit être enlevé, puisque ce n'est plus lui qui doit recevoir les images. A sa place on introduit une planchette percée d'une ouverture, *fenêtre d'admission* (fig. 12), dont la largeur, réglable à volonté,

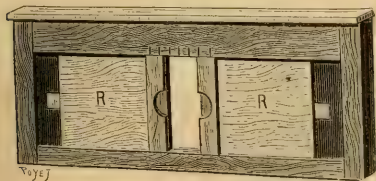


Fig. 12. — Fenêtre d'admission se substituant au châssis photographique lorsqu'on opère sur une pellicule qui se déroule. La largeur de la fenêtre se règle par le glissement des rideaux R R, suivant la dimension que doit avoir l'image.

est justement égale à celle que doit présenter chacune des images. A travers cette fenêtre, la lumière pénétrera dans la *chambre aux images* où elle rencontrera la pellicule mobile qu'un rouage d'hologerie déroule, d'un mouvement saccadé, en la faisant passer d'une bobine sur une autre.

La disposition de ces *bobines* nous occupera tout d'abord, car elles constituent l'organe essentiel qui permet de charger ou de décharger l'appareil en pleine lumière.

Les bobines ¹ (fig. 13) ont 9 centimètres de hau-

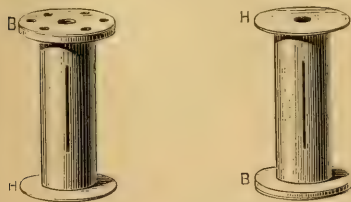


Fig. 13. — Deux bobines de métal destinées à l'enroulement de la pellicule sensible. Ces bobines sont situées en sens contraire l'une de l'autre; les lettres H et B indiquent sur chacune d'elles le haut et le bas.

teur. Une bande de papier fort et opaque, ayant 9 centimètres de largeur sur une longueur de

¹ Les bobines sont faites de métal. Deux fonds, l'un supérieur, mince, l'autre inférieur, épais, sont soudés aux deux bouts d'un tube métallique léger. Un trou percé au centre des deux fonds permet le passage d'une broche verticale fixée à l'intérieur de la chambre. Une couronne de petits trous percés dans la face inférieure de la bobine sert à son entraînement: quant une cheville implantée dans un disque tournant pénétrera dans l'un de ces trous, le disque entrainera la bobine dans son mouvement rotatif.

plusieurs mètres, s'enroule sur une bobine dont elle remplit plus ou moins la gorge. Or, en même temps que cette bande de papier, on enroule aussi la bande de pellicule sensible qui devra recevoir les images. Voici comment on procède pour cet enroulement.

La bande de papier opaque étant, par exemple, d'un mètre plus longue que celle de pellicule, on enroule sur le noyau de la bobine, 0 m. 50 de papier seul; puis, on applique sur le papier la bande pelliculaire, la couche sensible en dehors, et on les enroule toutes deux sur la bobine en les serrant fortement. Quand on arrive à la fin de la bande pelliculaire, on fixe cette extrémité contre la bande opaque au moyen d'un morceau de papier gommé à la façon des timbres-poste; puis on achève l'enroulement des 0 m. 50 de papier qui restent encore; enfin on maintient le tout avec un lien de caoutchouc. Cette opération se fait, bien entendu, dans le laboratoire photographique et à la lumière rouge.

Pour montrer qu'une bobine est chargée, on glisse sous la bande de caoutchouc un petit morceau de papier blanc qui sert de signe; ce papier tombe de lui-même au moment de l'emploi, et ne se trouve plus, par conséquent, sur les bobines qui ont été impressionnées¹.

Voilà donc notre surface sensible bien protégée contre l'action de la lumière; il s'agit de l'introduire dans l'appareil.

Preons une bobine chargée M, (fig. 14), ou

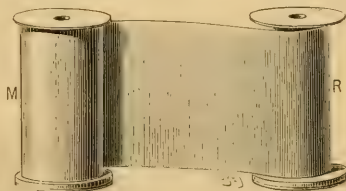


Fig. 14. — Bobine magasin chargée, M; on déroule l'extrémité de la bande de papier qui la recouvre pour l'enrouler en sens contraire sur la bobine réceptrice R.

bobine magasin, déroulons les premiers tours du papier qui la recouvre et enroulons cette extrémité sur une seconde bobine R, en sens inverse de l'enroulement de M: de sorte qu'en passant d'une bobine sur l'autre, la bande de papier affecte la forme d'un S. Ouvrons alors la chambre aux images (fig. 15), nous y trouvons deux broches verticales dont l'une, à gauche, reçoit la bobine-maga-

¹ Quand on opère sur des pellicules très longues, comme il serait encombrant d'avoir une égale longueur de papier, on réduit celui-ci à deux courtes bandes que l'on colle aux deux extrémités de la pellicule. Ces bandes de papier sont taillées en pointe à leur extrémité libre; on engage celle-ci dans la fente longitudinale de l'axe de la bobine au moment de procéder à l'enroulement.

sin, tandis que celle de droite reçoit la bobine réceptrice R. Deux rouleaux compresseurs exercent une pression élastique sur les bobines pour assurer la régularité de l'enroulement ou du déroulement de la bande. Quant à la bande elle-même, on l'engage dans une fente verticale (suivant la ligne ponctuée) où elle subira l'action de certains organes que nous allons décrire : Le *laminoin*, le *fixateur* et le *ressort élastique*.

Laminoin. — Il est formé d'un cylindre moteur L (fig. 15) en bois durci recouvert de caoutchouc et sur lequel se réfléchissent les bandes de papier et de pellicule dans leur trajet d'une bobine sur l'autre. C'est l'organe moteur de la pellicule. Pour le faire fonctionner, on appuie sur une détente qui abat un rouleau compresseur élastique, analogue à ceux qui pressent sur les bobines, mais d'une plus grande force. Tant

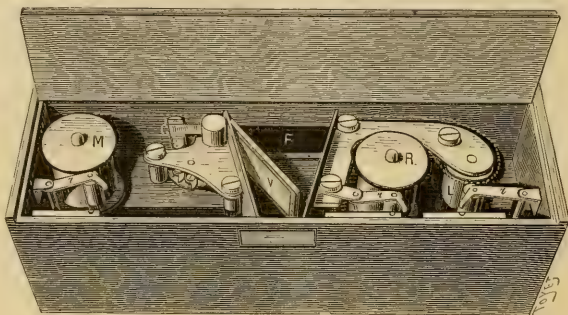


Fig. 15. — Chambre aux images, dont le couvercle est soulevé. M, bobine magasin et R bobine réceptrice sur leurs broches; r r r petits rouleaux compresseurs appuyant la bande sur les bobines. L, laminoin avec son rouleau compresseur. F, fenêtre d'admission. V, verre dépoli tournant à charnière. Une ligne ponctuée indique le trajet de la bande et de la pellicule. C, C' fixateur et sa came produisant les arrêts intermittents de la bande.

que le compresseur n'est pas abattu et ne serre pas la pellicule, le laminoin tourne librement en glissant derrière la bande qui le recouvre; dès que le compresseur agit, la bande est entraînée.

Cette disposition a pour but de mettre tout d'abord les rouages en marche avant de commencer l'expérience et de les amener graduellement à leur vitesse uniforme; à partir de ce moment, l'opérateur est prêt à saisir les images dès que l'objet en mouvement se présentera dans des conditions favorables.

La bobine réceptrice R est placée, avons-nous dit, sur une broche verticale. Celle-ci tourne sur elle-même et devra entraîner cette bobine aussitôt que fonctionnera le laminoin; de cette façon la pellicule s'enroulera à mesure qu'elle aura reçu des images. Mais tant que le laminoin ne fonctionne pas, la bobine R ne doit pas tourner, car le moment n'est pas venu d'enrouler la pellicule. La broche tournera donc seule, en produisant toutefois un frottement qui tend à entraîner la bobine, mais ne l'entraînera effectivement qu'au moment où le laminoin entrera en fonction. Ce résultat est obtenu au moyen d'un cliquet : cet organe maintient la

bobine immobile jusqu'au moment où s'abattra le compresseur du laminoin.

Une autre condition s'impose encore dans le mouvement de la bobine R : il faut que cette bobine enroule la bande à mesure que le laminoin la lui livre, sans être en retard ni en avance. Or, l'accroissement continu du diamètre de la bobine, à mesure qu'elle reçoit un plus grand nombre de tours de bande, eût produit des irrégularités dans l'enroulement.

L'uniformité de l'enroulement est naturellement obtenue par cette condition, déjà signalée, que la broche qui tend à entraîner la bobine tourne à frottement dans son intérieur. Il s'ensuit que la bande n'est jamais tirée avec assez de force pour surmonter la résistance du laminoin.

Nous voici déjà en mesure de produire les actions suivantes : La pellicule et son support de papier étant mis en place, nous pouvons imprimer aux rouages de l'appareil une rotation rapide. Les disques éclairés font, par exemple, 10 tours par seconde et le laminoin en fait autant. A un moment donné, on presse sur un bouton qui fait saillie sur le couvercle de la boîte aux images; le compresseur du laminoin s'abat, et, du même coup, la bobine réceptrice devient libre. Aussitôt le papier est entraîné, et la bande tout entière passe d'une bobine sur l'autre dans l'espace d'une ou deux secondes.

Fixateur. — Si l'on opérait avec la disposition ci-dessus décrite, on recevrait des images sur une surface en mouvement, et aucune de ces images ne serait nette. Il faut qu'au moment de l'éclairage, la bande pelliculaire cesse de se mouvoir.

Or on ne pouvait pas songer à arrêter les rouages animés de la grande vitesse dont nous venons de parler; mais il était possible d'arrêter la pellicule toute seule. Voici la disposition que nous avons employée pour cela :

Au moment où la bande pelliculaire, sortant de la bobine M, s'engage dans l'étroit espace où elle défile au foyer de l'objectif pour recevoir des

images, cette bande passe devant un organe nommé le *fixateur*. Celui-ci est formé d'un demi-cylindre d'acier (C' fig. 16), maintenu verticalement par deux lames de ressort qui le pressent doucement contre la face postérieure de la pellicule *p* qui se

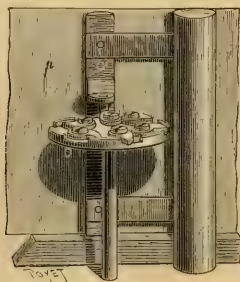


Fig. 16. — Fixateur C' de la figure précédente, représenté seul ici avec ses comes O ; *p* bande pelliculaire que le fixateur comprime contre la paroi de la chambre aux images, chaque fois qu'une dent de la came passe sur le rouleau.

trouve ainsi légèrement étreinte entre cet organe et la platine du rouage. Cette légère pression n'entrave pas la marche de la pellicule, mais celle-ci s'arrêtera soudain si le fixateur est fortement poussé contre la platine. Cet effet est obtenu par une came dont l'action se produit pendant un temps très court, et précisément à l'instant de l'admission de la lumière dans l'instrument. On aura donc une parfaite fixité de la pellicule au moment de chaque pose.

Voici comment est construit le *fixateur* : C'est une portion de cylindre d'acier, évidé dans son centre pour loger un galet cylindrique sur lequel passera une came au moment de l'éclairement. Or, la pression de cette came contre le cylindre fait plier celui-ci à sa partie moyenne, évidée et flexible, mais produit par ses extrémités une forte étreinte de la bande pelliculaire contre la platine de l'appareil.

On peut graduer cette pression et considérer comme bonne celle qui permet de tirer avec un effort de 2 à 3 kilogrammes sur une bande de papier serrée dans le fixateur, sans que cette bande glisse.

La construction des comes présente aussi quelques particularités. Chaque came est d'acier; elle est taillée en forme de virgule et serrée par une vis qui la traverse. La came est mobile et peut tantôt se cacher à l'intérieur du disque qui la porte, tantôt saillir à l'extérieur de ce disque de manière à frotter sur le galet et à faire serrer la bande par le fixateur.

Lame élastique. — La bande pelliculaire, énergiquement entraînée par le *laminoir*, et d'autre part

arrêtée, en amont, par le *fixateur*, devrait nécessairement se rompre ou glisser dans le *laminoir*. Pour éviter ces accidents, on recourt à une disposition qui a pour effet de faire varier la longueur du parcours de la bande entre le *laminoir* et le *fixateur*. Cela s'obtient au moyen d'une lame de ressort sur laquelle la pellicule se réfléchit dans son trajet. Ainsi, au moment de la fixation de la bande, le *laminoir* continue son action et entraîne la pellicule qui cède en faisant plier la lame élastique; puis, quand la fixation est terminée, la détente de la lame tire soudainement la pellicule qui se remet à marcher d'un mouvement uniforme.

Sans entrer dans les détails du rouage qui conduit les pièces que nous venons de décrire, disons que, par construction, le *laminoir*, la came du *fixateur* et les disques obturateurs tournent avec la même vitesse; qu'on établit la coïncidence des éclaircissements avec les fixations de la pellicule, de sorte que ces différents actes soient coordonnés d'une manière automatique.

Nombre, dimensions et intervalles des images. — C'est une manivelle qui actionne le rouage. Un tour de cette manivelle produit cinq tours du disque obturateur et du *laminoir*; or, comme on peut aisément faire à la main deux tours de la manivelle par seconde, on obtient ainsi dix images.

Cette marche de l'appareil donne des images de grande dimension, dont chacune correspond au périmètre entier du cylindre *laminoir*, c'est-à-dire à 9 centimètres; or, comme la hauteur de la bande est aussi de 9 centimètres, chaque image a pour dimension 9 centimètres en carré. Mais on peut, dans bien des cas, se contenter d'un champ moins étendu; on obtient alors deux, trois ou six images pour un tour de *laminoir*, ce qui en porte le nombre à vingt, trente ou soixante par seconde. Il suffit pour cela de changer le nombre des dents de la came du *fixateur*, et de changer simultanément le nombre des fenêtres des disques obturateurs. Avec deux dents à la came et deux éclaircissements, on a une image à chaque demi-tour du *laminoir*; la longueur en est donc de 4 cent. 1/2. Trois arrêts et trois éclaircissements par tour du *laminoir* donnent des images de 3 centimètres; six arrêts et six éclaircissements réduisent les images à 1 cent. 1/2.

Avec un peu d'habitude, on arrive à régler fort bien la marche de la manivelle, ce qui donne, à chaque seconde, un nombre d'images sensiblement constant. Mais, comme cette approximation ne suffirait pas pour les mesures précises que comporte une expérience scientifique, si l'on veut connaître rigoureusement le nombre des images par secondes, on contrôle le nombre des tours du

disque par les procédés ordinaires de la chronophotographie ¹.

Quant à la régularité de la marche de l'appareil, elle est assurée par la masse des disques rotatifs qui, tournant avec une grande vitesse, forment un excellent régulateur.

IV. — EXPÉRIENCES.

Lorsqu'on veut prendre une série d'images sur

dans des conditions favorables, on presse sur le bouton qui met le laminoir en action ; aussitôt la pellicule passe en recevant les images. Les plus longues pellicules que le commerce fournisse actuellement et qui ont un peu plus de 4 mètres de long, n'emploient pour passer que $4'' \frac{2}{3}$. La bobine réceptrice est ensuite retirée de la boîte et conservée jusqu'au moment où elle devra être développée.



Fig. 17. -- Phases successives du mouvement d'une vague qui vient frapper des rochers. Réduction à $\frac{2}{3}$.

une bande pelliculaire, on fait d'abord la mise au point sur le verre dépoli situé dans la boîte aux images, et qui, tournant comme un volet sur des gonds, vient se placer au lieu même où passera la pellicule sensible ². Puis, après avoir détourné le verre dépoli, on charge l'appareil en y engageant les deux bobines, ainsi qu'on l'a dit tout à l'heure. On ferme alors la boîte aux images et l'on met la manivelle en marche. Quand le rouage a pris la vitesse voulue, si l'objet en expérience se montre

Quelques personnes ont cru que, dans la construction assez compliquée à laquelle nous avons eu recours pour obtenir des arrêts de la pellicule, nous nous étions donné une peine inutile, et l'on a dit qu'avec des éclaircissements très courts, la translation de la pellicule sensible était négligeable.

Il serait facile de prouver par le calcul que, pendant la durée de l'éclairement, la pellicule progresse d'une quantité suffisante pour enlever aux images la netteté qui en fait toute la valeur. Il est plus simple et plus convainquant peut-être, de montrer par une expérience que, sans les arrêts, on n'obtient pas de bonnes images. Pour cela, réglons l'appareil de manière à avoir deux images par tour

¹ Voir la *Méthode graphique* p. 433.

² Pour plus de précision, la mise au point doit se faire à la loupe par un trou situé à la partie postérieure de la boîte, et qui se ferme avec un rideau de métal.

de laminoir : c'est-à-dire, rétrécissons la fenêtre d'admission aux dimensions voulues, et produisons deux coïncidences dans les fenêtres du disque obturateur; mais, au lieu de régler le fixateur pour deux arrêts par tour, ne mettons qu'une seule came en relief. Il arrivera nécessairement que, de deux images successives, l'une se fera sur la pellicule arrêtée, l'autre sur la pellicule en mouvement. Or, après développement de ces images, on constatera, au premier coup d'œil, que celles qui se sont produites pendant les arrêts ont seules des contours parfaitement nets.

V. — DISPOSITIONS DIVERSES DE L'APPAREIL, SUIVANT LA NATURE DU SUJET QU'ON ÉTUDIE.

On vient de voir la disposition de l'appareil pour la chronophotographie sur bande mobile; il reste à indiquer la manière d'appliquer cette méthode suivant la nature du sujet qu'on étudie.

A. *Disposition à donner aux images sur la bande pelliculaire.* — Quand le chronophotographe fonctionne dans sa position normale, c'est-à-dire repose sur son chariot, il donne des images qui se suivent en série horizontale de gauche à droite. La figure 17 montre 12 de ces images, dans lesquelles on peut suivre les phases du mouvement d'une vague qui vient frapper des rochers : la vague monte d'abord et couvre ces rochers d'écume, puis se retire et l'agitation de la mer se calme peu à peu¹.

Pour étudier les phénomènes de ce genre, la meilleure manière de rendre le mouvement sensible, c'est de le reproduire synthétiquement au moyen du *zootrope*.

Tout le monde connaît la belle invention de Plateau qui, plaçant à la circonférence d'un disque de carton une série d'images représentant les phases successives d'un mouvement, reproduisait, pour l'œil, l'apparence de ce mouvement, en faisant tourner le disque en face d'un miroir dans lequel on regardait les images à travers de petites fentes percées à la circonférence du carton. Plateau donna le nom de *Phénakisticope* à cet instrument, qui resta longtemps à l'état de jouet scientifique. Depuis quelques années, on a donné au phénakisticope des dispositions nouvelles qui en rendent l'emploi plus commode : celle qui est connue sous le nom de *zootrope* se prête fort bien

à l'étude des mouvements obtenus sur bandes pelliculaires. La bande de papier sensible qui a reçu les images positives se place à l'intérieur d'un cylindre creux et porte à sa circonférence les fentes par lesquelles l'œil voit se succéder les images pendant que le cylindre tourne sur son axe.

On sait qu'il suffit d'une dizaine d'images successives par seconde pour que l'œil éprouve la sensation d'un mouvement continu. Or, comme la chronophotographie peut donner à chaque seconde 40 à 60 images,

en faisant tourner une telle bande dans le zootrope, à raison de 10 images par seconde, on obtient la sensation du mouvement ralenti de quatre à six fois, et par conséquent, bien plus facile à suivre dans toutes ses phases. Cette méthode nous a servi, il y a quelques années, pour l'analyse des mouvements du vol des Oiseaux¹.

Pour l'analyse délicate d'un mouvement ; cette méthode n'est cependant pas suffisante ; elle comporte encore les incertitudes, inséparables des sensations subjectives ; elle est donc très inférieure à la chronophotographie sur plaque fixe qui livre directement



Fig. 18. — Série des phases de l'allure d'un cheval au pas; les images se succèdent de bas en haut.

(fig. 1, et 7) l'épure géométrique du mouvement étudié. Or, il est possible de ramener la seconde forme de chronophotographie à

¹ On ne peut suivre qu'une courte partie du phénomène dans le petit nombre de phases représentées dans la figure ci-contre; encore a-t-il fallu les réduire beaucoup pour les faire tenir dans la justification de la page. Dans leurs dimensions réelles, c'est-à-dire sous forme de carrés de 9 centimètres de côté, ces images étaient d'une pureté parfaite et pouvaient même supporter un agrandissement de 4 diamètres sans perdre sensiblement de leur netteté.

¹ Voir Marey, le *Vol des Oiseaux*. Paris, G. Masson, 1889.

la première, c'est-à-dire de reporter sur une même surface les images obtenues sur des surfaces différentes. On y arrive, dans certains cas, par la superposition de clichés transparents, d'autres fois par une série de décalques successifs, ou même par une série d'opérations du genre de celles que F. Galton a nommées *photographies composites*.

Dans un grand nombre de cas, il suffit, pour rendre les phases du mouvement parfaitement intelligibles, de disposer les images en série verticale. C'est ce qui a été fait, figure 18, pour les mouvements du cheval au pas.

Lues de bas en haut, c'est-à-dire dans leur ordre de succession naturel, ces figures montrent d'abord que le cheval s'avance graduellement vers la droite de la figure, et permettent, d'après l'échelle métrique, d'apprécier la valeur de ce déplacement pendant chaque dixième de seconde. Elles montrent aussi, pour chaque membre, les phases de son changement d'attitude, soit dans la période d'appui, soit dans celle de lever.

Pour obtenir sur la bande pelliculaire cette disposition des images en série verticale, il suffit de coucher l'appareil sur le côté ; le déroulement de la bande pelliculaire et son passage d'une bobine sur l'autre se font alors dans le sens vertical.

B. Fréquence des images. — Suivant la vitesse du mouvement qu'on veut analyser, on doit faire varier la fréquence des images ; il en faut en général une dizaine au moins pendant la durée d'un acte complet pour en faire saisir les phases. Ainsi, pour analyser le coup d'aile d'un oiseau, si cet acte dure $\frac{1}{3}$ de seconde, les éclaircissements et par conséquent les images doivent se suivre à raison de 40 par seconde. Le pas d'un homme, qui est bien plus lent, n'exige qu'une dizaine d'images par seconde. Pour d'autres actes plus lents encore, il faut mettre un plus grand intervalle. Ainsi, une astérie placée à la renverse au fond d'un aquarium met environ 10 minutes à se retourner ; pour suivre les phases du mouvement, il suffit de prendre une image toutes les minutes. Enfin, l'épanouissement d'une fleur, s'il met 10 heures à se produire, permet de laisser 24 minutes d'intervalle entre deux images successives.

La manivelle placée à l'arrière de l'appareil imprime au rouage moteur un mouvement très rapide ; il serait difficile de la tourner assez lentement pour réduire la fréquence des images au-dessous d'une par seconde ; aussi procède-t-on autrement quand on doit mettre un long intervalle entre les éclaircissements successifs.

L'axe des disques obturateurs se prolonge en

avant de l'appareil sous forme d'un carré sur lequel s'adapte la manivelle. Celle-ci, à chacun de ses tours, ne produit plus alors qu'un seul tour du disque ; il est donc très facile de réduire à volonté la fréquence des images, en faisant faire à la manivelle un tour toutes les secondes, toutes les minutes ou toutes les heures.

Dans les cas où les images doivent être prises à de très longs intervalles, au lieu de tourner la manivelle à la main, il vaut mieux confier ce rôle à un rouage auxiliaire qui s'en acquitte parfaitement.

C. Durée des éclaircissements. — La durée des éclaircissements présente un rapport naturel avec la fréquence des images ; cela résulte de la construction même de l'obturateur. En effet, si le grand disque a un mètre de circonférence, et les fenêtres éclairantes 1 centimètre de diamètre, la coïncidence des fenêtres produira l'éclaircissement pendant $\frac{1}{200}$ environ du tour de disque¹. Or, à mesure que le disque tournera plus rapidement, cette durée absolue de l'éclaircissement deviendra plus courte : avec un tour de disque par seconde on aura une image avec pose de $\frac{1}{200}$ de seconde ; avec deux tours, deux images avec pose de $\frac{1}{400}$ de seconde ; avec dix tours, dix images avec pose de $\frac{1}{2000}$ de seconde.

Cette relation naturelle entre la fréquence des images et la durée du temps de pose est en général avantageuse ; mais il est parfois utile de changer ce rapport, dans l'intérêt même des épreuves photographiques ; sans cela elles pourraient avoir des temps de pose trop longs ou insuffisants² ; on y arrive en modifiant la largeur des fenêtres.

D. Choix des objectifs suivant la nature du sujet qu'on étudie. — Dans tout appareil photographique, on doit changer d'objectif suivant les dimensions et la distance du sujet dont on prend l'image. Cette né-

¹ Ces évaluations sont approximatives ; il serait bien difficile de les faire plus exactes, ainsi que l'a montré M. de La Baume-Pluvinel.

² Ainsi, dans le cas où l'intervalle des images serait de 24 minutes, si les disques obturateurs tournaient uniformément, la durée de la pose serait de plus de 7 secondes. Il faut alors laisser le rouage arrêté dans l'intervalle des poses, et tourner vivement la manivelle quand on veut produire une image.

À vitesse de rotation égale du disque, la fréquence des images croît et décroît suivant qu'on augmente ou diminue le nombre des fenêtres de l'obturateur ; et si ces fenêtres conservent le même diamètre, la durée d'éclaircissement ne change pas.

Enfin, à égale vitesse de rotation et à fréquence égale des images, on change la durée des éclaircissements en faisant varier le diamètre des fenêtres. C'est ainsi que pour les mouvements extrêmement rapides comme ceux des ailes des insectes, on doit, au moyen d'un rideau-fenêtre, transformer les ouvertures des disques en fentes étroites. Nous avons pu, de cette façon, réduire le temps de pose à $\frac{1}{25000}$ de seconde.

cessité est plus grande encore avec la chronophotographie, car cet instrument s'applique aux études les plus diverses. Tous les objectifs dont on se sert doivent être montés sur une boîte analogue à celle qui est représentée figure 9 et qui permet de les couper à leur partie moyenne pour laisser passer les disques obturateurs au centre même de l'objectif.

Toutefois, une disposition spéciale doit être employée quand la chronophotographie s'applique à l'étude des mouvements dans le champ du microscope. Nous en parlerons ultérieurement à propos des applications spéciales de la méthode.

Dans toutes les circonstances, et quel que soit l'objectif employé, la chronophotographie peut être pratiquée sous ses deux formes, c'est-à-dire sur plaque fixe devant un champ obscur, et sur pellicule mobile s'il s'agit d'objets se détachant sur un fond lumineux.

Applications

En définissant la chronophotographie, nous l'avons représentée comme le développement le plus complet de la Méthode graphique et comme un précieux moyen pour étudier les phénomènes de la Nature. Tout phénomène, en effet, consiste en une série de changements d'état d'un corps sous l'influence de conditions déterminées; étudier un phénomène, c'est observer successivement la série de ces changements et les comparer entre eux. Est-il besoin de dire que l'insuffisance de nos sens ou l'imperfection de notre mémoire rendent bien souvent ces comparaisons défectueuses, sinon impossibles?

Les appareils inscripteurs ont en partie remédié aux difficultés de l'observation directe, mais ils ne sont applicables qu'à des cas relativement simples: les phénomènes qu'ils traduisent doivent avoir été préalablement ramenés au cas uniforme du mouvement d'un point sur une droite.

C'est ainsi que les oscillations de la colonne du thermomètre ou du baromètre s'inscrivent sous forme d'une courbe sinusoïdale qui retrace les changements de hauteur de cette colonne, en fonction du temps.

La chronophotographie embrasse un champ bien plus vaste: elle ne traduit pas seulement les mouvements d'un point sur une droite, mais les déplacements de tous les points d'un objet, ou du moins de tous ceux qui seraient visibles d'un même point de vue; elle saisit ces mouvements, quel que soit le sens suivant lequel ils s'effectuent.

Comme les autres formes de la méthode graphique, la chronophotographie suit les phases de phénomènes qui échappent à l'observation par leur lenteur extrême, aussi bien que les actes qui sont très rapides; mais où sa supériorité éclate, c'est

lorsqu'elle s'applique à des mouvements d'une extrême complexité.

Notre méthode, il est vrai, ne donne pas l'expression continue des changements qu'elle retrace, mais les images qu'elle saisit peuvent être si rapprochées les unes des autres qu'on peut toujours, par une interpolation légitime, concevoir les phases intermédiaires à celles qui sont représentées.

Ce qui frappe au premier abord, dans les applications de la chronophotographie, c'est sa puissance pour l'analyse des actes rapides. Lorsqu'on voit que les ailes d'un insecte qui vole sont aussi nettement représentées que si elles étaient immobiles, et quand on sait que, pour obtenir cette netteté des images, il faut réduire la durée de chaque pose à $1/25000$ de seconde, on conçoit que, parmi les actes les plus rapides, il doive s'en trouver bien peu qui résistent à la chronophotographie.

On se représente beaucoup moins bien les avantages de cette méthode pour l'analyse des mouvements lents, et pourtant il doit y avoir tout un monde de phénomènes qui nous échappent par leur lenteur. Il est permis d'espérer que nous suivrons un jour, sur des images prises à de très longs intervalles, les déplacements lents des glaciers ou les changements de la configuration géologique d'un pays; à plus forte raison les phases beaucoup moins lentes de l'accroissement d'un animal, ou celles du développement de certains embryons observés à travers leurs membranes transparentes. Sur ce sujet le professeur Mach a tracé un curieux programme d'expériences. Il imagine qu'on ait recueilli, à des intervalles de temps égaux et pendant une longue suite d'années, les portraits d'un individu, à partir de sa première enfance jusqu'à son extrême vieillesse, et qu'on dispose la série d'images ainsi obtenues dans le phénakistoscope de Plateau; pendant la durée de quelques secondes, cette série de changements, qui ont mis en réalité si longtemps à s'accomplir, passera sous les yeux de l'observateur; et celui-ci verra, sous forme d'un mouvement étrange et merveilleux, se dérouler à ses yeux toutes les phases d'une existence humaine.

Mais revenons aux applications immédiates de la chronophotographie, et voyons-la aux prises avec les problèmes habituels des sciences: ce sera un champ assez vaste; nous ne pourrions guère que l'effleurer rapidement en commençant par les différents types de la locomotion animale.

VI. — LOCOMOTION TERRESTRE :

MOUVEMENTS DE L'HOMME ET DES QUADRUPÈDES.

1^o *Mouvements de l'homme.* — Dès le XVII^e siècle, Borelli a montré aux physiologistes que les lois de la mécanique, récemment découvertes par Galilée,

s'appliquaient aux êtres vivants; son analyse des mouvements des animaux est empreinte d'une haute sagacité. Toutefois, l'absence de moyens exacts pour mesurer le temps, l'espace et les forces, n'a pas permis au savant professeur de

propres à chaque allure. Aussi, en se guidant sur de pareilles images, est-il facile d'imiter la manière de marcher et de courir du sujet qui a servi de modèle, de reproduire sa façon d'étendre ou de fléchir les jambes, de balancer les bras, de poser



Fig. 19. — Phases successives d'un saut en longueur. Chronophotographie sur plaque fixe.

Naples de résoudre les problèmes si multiples de la Mécanique animale. Au commencement de notre siècle, les frères Weber, disposant d'instruments moins imparfaits, ont donné sur la locomotion de l'homme quelques notions plus exactes; mais si l'on considère la complexité du sujet, on sent l'insuffisance des moyens d'analyse employés

le pied sur le sol ou de l'en détacher. Il serait bien plus difficile d'imiter ces mêmes actes en cherchant à les saisir sur le modèle lui-même, car, surtout aux allures vives, les mouvements sont trop rapides et échappent à l'observation.

Cet enseignement par les images s'appliquerait très bien aux différents exercices corporels; à

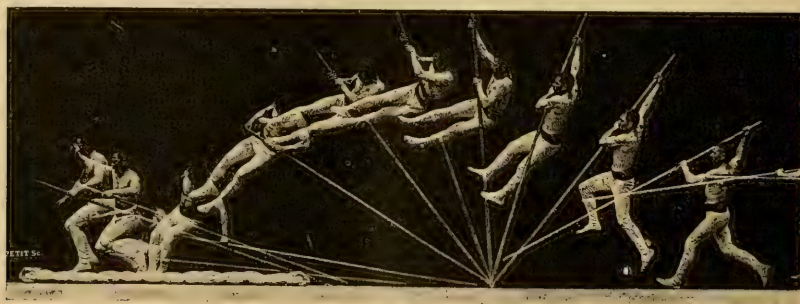


Fig. 20. — Phases successives d'un saut à la perche. Chronophotographie sur plaque fixe.

jusqu'ici. La chronophotographie traduit de la façon la plus précise, et dans tous leurs détails, les mouvements de l'homme qui marche, court, saute ou se livre à divers exercices corporels.

A. *Cinématique de la locomotion de l'homme.* — Reportons-nous aux figures qui représentent sur plaques fixes les images successives d'un marcheur et celles d'un coureur. On peut suivre sur ces figures les principales phases des mouvements; elles expriment, mieux que tout langage, les caractères

ce point de vue il serait d'une véritable utilité.

La figure 19 représente un gymnaste qui exécute un saut en longueur; le nombre des images n'est que de cinq par seconde; cela suffit pour définir la série des actes qui doivent s'accomplir dans un saut de ce genre.

En suivant les images dans leur ordre de succession, on voit que le sauteur acquiert par une course préalable la vitesse qui lui fera franchir un long espace pendant sa période de suspension.

Au moment du saut, la jambe à l'appui s'étend

vigoureusement et imprime au corps une impulsion verticale; en même temps les bras s'élèvent, ce qui donne un surcroît d'énergie à l'effort impulsif. Les images successives montrent le sauteur détaché du sol, les bras levés d'abord et les jambes écartées; plus tard les bras s'abaissent et les jambes se rassemblent en se portant de plus en plus en avant, de sorte que les pieds rencontrent le sol par les talons, en avant du centre de gravité du corps, de manière à prévenir une chute sur la face. Enfin, au moment de la chute, les jambes se fléchissent en résistant, pour amortir la force vive dont le corps est animé.

Suivant que cette série d'actes est plus ou moins bien exécutée, l'espace franchi est plus ou moins

que horizontale, c'est-à-dire normale au rayon du cercle parcouru. Le sauteur retombe ainsi naturellement sur les pieds à une distance beaucoup plus grande que celle d'où il était parti.

Ainsi, dans le saut à la perche, l'impulsion initiale n'est pas, comme dans le saut en longueur, la force unique d'où dépend l'étendue du saut, mais cette distance peut être accrue par les actes que le sauteur exécute, en prenant son point d'appui sur la perche, pendant qu'il est en l'air.

Pour une étude plus détaillée des mouvements exécutés dans un exercice corporel, il faudrait recourir à ces photographies partielles dont nous avons déjà donné un exemple à propos de la marche de l'homme. Ainsi, un homme revêtu de velours

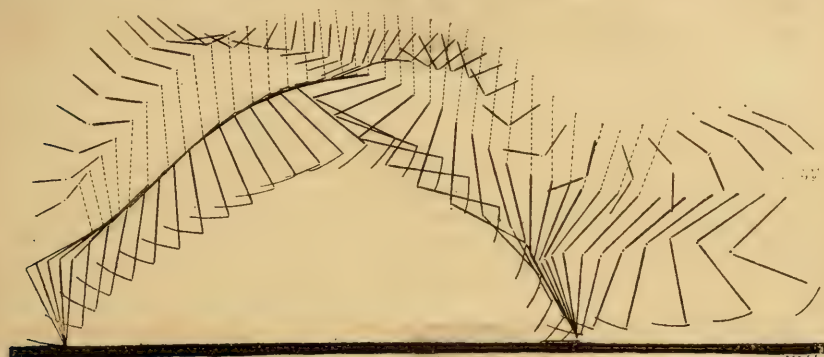


Fig. 21. — Analyse des phases d'un saut en hauteur, précédé d'une course. Des images partielles, lignes brillantes sur un vêtement sombre, sont recueillies sur plaque fixe (25 images par seconde).

étendu, et le sauteur retombe plus ou moins bien sur le sol. S'il a mal calculé sa vitesse et s'il n'a pas assez porté les pieds en avant au moment de la chute, il ne pourra rester sur place, mais devra courir pendant quelques pas, jusqu'à ce que cette vitesse soit éteinte.

Pour le saut à la perche, fig. 20, il n'est pas moins facile d'en suivre les phases successives. Le coureur fêche en terre l'extrémité de sa perche, en même temps qu'il s'enlève du sol par une vigoureuse extension de la jambe. L'action combinée de cette impulsion verticale et de la vitesse horizontale fait que le corps décrit un arc de cercle dont la perche est le rayon. En continuant à suivre cette courbe, le corps retomberait au delà du centre du mouvement, à une distance égale à celle du point de départ; mais un artifice intervient qui permet à un bon sauteur d'augmenter beaucoup l'espace qu'il franchit. Cela consiste d'abord à allonger le rayon du cercle parcouru, en grimpant vers le haut de la perche au moment où elle passe par la verticale, puis à incliner le corps dans une direction pres-

noir et portant sur les bras et les jambes des lignes brillantes, donne la fig. 21, pour un saut en hauteur précédé d'une course. Ici toutes les phases du mouvement s'échelonnent sans transition brusque, à cause du grand nombre d'images (25 par seconde) prises pendant la durée du saut.

Afin de rendre plus instructives les chronophotographies du mouvement, il faudrait que ces images fussent prises sur les sujets les plus forts et les plus habiles, sur les lauréats des concours de gymnastique par exemple. Ces sujets d'élite livreraient ainsi le secret de leur habileté inconsciemment acquise et qu'ils seraient sans doute incapables de définir eux-mêmes.

La même méthode se prêterait également bien à l'enseignement des mouvements qu'on doit exécuter dans les différents travaux professionnels; ils feraient voir en quoi le coup de marteau d'un forgeron habile diffère de celui d'un apprenti. Il en serait ainsi pour tous les actes manuels, pour tous les genres de sport. Ainsi, sur des séries de figures recueillies sur bandes pelliculaires en mouvement,

on suit très bien la série des mouvements d'un homme qui monte sur son vélocipède ou qui en descend. Recueillies sous cette dernière forme, les images chronophotographiques peuvent être examinées avec le zootrope, ce qui en rend l'étude encore plus facile et plus précise.

B. Etude dynamique des mouvements de l'homme. — Sur la plupart des figures que nous venons de passer en revue, les variations de vitesse du corps se traduisent par des différences d'espace parcouru entre deux images consécutives, c'est-à-dire dans des temps égaux ; on peut donc apprécier les accélérations et les ralentissements de la masse du corps. Or, comme la balance nous fait connaître cette masse, les chronophotographies sur plaque fixe renferment les éléments nécessaires pour apprécier les forces mises en jeu dans la locomotion de l'homme, puisque ces forces sont proportionnelles aux masses en mouvement et aux accélérations qu'elles leur impriment. Mais, en pratique, il est assez délicat de déterminer la position de la masse, c'est-à-dire du centre de gravité du corps, aux différentes phases d'un mouvement ; en revanche il est possible, dans certains cas, d'obtenir une détermination expérimentale des forces mises en jeu. Cela s'obtient en combinant les indications d'un dynamomètre inscripteur avec celles de la chronophotographie. L'exemple suivant fera saisir cette combinaison.

Supposons que nous désirions connaître la force avec laquelle le pied presse le sol aux différents instants de sa période d'appui ; nous recueillons en même temps les photographies partielles de la jambe pendant un demi pas (fig. 22) et d'autre part

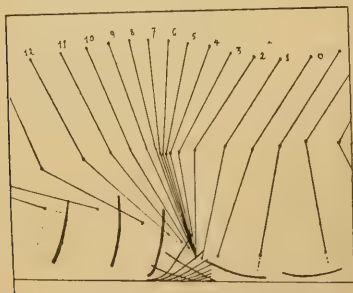


Fig. 22. — Chronophotographie partielle des mouvements du membre inférieur de l'homme dans la marche.

le tracé du dynamomètre enregistreur de la pression du pied (fig. 23).

Il s'agit, pour résoudre le problème que nous venons de nous poser, d'établir les coïncidences entre chacune des images chronophotogra-

phiques et l'ordonnée qui lui correspondrait dans la courbe du dynamographe. A cet effet, comptons sur la figure 22 combien d'images correspondent à la période d'appui du pied ; nous en trouvons 12. Il est clair que le tracé dynamographique, pris dans toute sa longueur, correspond à la durée des douze attitudes de la jambe à l'appui ; si donc nous divisons l'abscisse de cette courbe en douze parties égales et si nous traçons les ordonnées correspon-

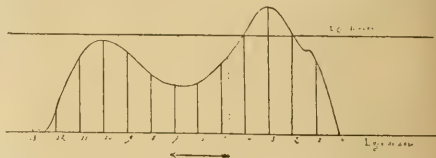


Fig. 23. — Tracé du dynamographe exprimant les phases de la pression du pied sur le sol dans la marche.

dant à ces douze divisions, chacune d'elles exprimera l'effort vertical exercé contre le sol pendant l'attitude correspondante de la jambe à l'appui. Des numéros d'ordre tracés sur chacune des deux figures en facilitent la comparaison.

Nous n'entrerons pas dans le détail des différents problèmes de Mécanique animale qu'on peut résoudre ainsi. Nous avons fait sur ce sujet de nombreuses expériences avec le concours de M. Demeny, notre préparateur à la Station physiologique¹.

2° Locomotion des quadrupèdes. — De tous les animaux quadrupèdes, c'est le cheval qui est le mieux connu au point de vue de la locomotion. Depuis longtemps des hommes spéciaux se sont appliqués à étudier ses allures, franches ou défectueuses, et à définir les caractères de chacune d'elles ; ils ont ainsi acquis une habileté surprenante dans l'obser-

¹ Cet établissement, créé au Parc des Princes, grâce au concours de l'Etat et du Conseil municipal de la Ville de Paris, se prête à ce genre d'études qu'on ne saurait réaliser dans les laboratoires ordinaires. C'est un champ d'expériences comme il n'en existe encore nulle part : on y trouve une longue piste circulaire, parfaitement horizontale, de 500 mètres de circuit, sur laquelle l'homme et les grands animaux peuvent être étudiés dans leurs allures normales. Un champ obscur, de 11 mètres de largeur sur 4 de hauteur, permet d'appliquer la chronophotographie sur plaque fixe à l'analyse de mouvements très étendus. Un champ uniformément éclairé et de petite surface se prête à la chronophotographie sur pellicule mobile ; des dynamomètres inscripteurs, des spiromètres, des compteurs de pas, des appareils divers pour la mensuration des sujets en expérience sont destinés aux études sur la locomotion de l'homme. D'autre part, des pneumographes, sphygmographes et cardiographes permettent de saisir les effets des exercices physiques sur les fonctions de la vie organique et de suivre pas à pas les progrès de l'entraînement des sujets. Enfin, des espaces spéciaux, servant à élever en liberté les différentes espèces d'animaux dont on veut étudier la locomotion, normale ou modifiée.

vation. Mais, si précis que soit le coup d'œil d'un homme exercé, il est encore insuffisant : nous n'en voulons pour preuve que les incertitudes et les divergences d'opinion des différents auteurs sur les caractères et le mécanisme des allures de cheval. Nous croyons avoir rendu à cet égard un service en appliquant à l'analyse des allures du cheval et au mécanisme des transitions d'une allure à une autre, la chronographie ¹ d'abord, qui traduit avec une grande précision la succession des appuis et levés des pieds à toute allure. Mais c'est surtout la chronophotographie ² qui a donné la connaissance complète des allures du cheval, déjà bien éclairées par les mémorables expériences de M. Muybridge.

Et pourtant il reste encore bien des points à élucider relativement au mécanisme des actions du cheval, ainsi que des réactions qu'elles impriment à la masse du corps et à celle de son cavalier ; enfin à la mesure des efforts exercés sur le sol aux différents instants. Ici interviendra la chronophotographie sur plaque fixe combinée à l'emploi des dynamomètres inscripteurs.

On vient de voir (fig. 22 et 23), à propos de la locomotion humaine, les précieux renseignements que donne la combinaison de ces deux méthodes pour étudier cette fonction au point de vue dynamique. On arrivera sans doute à déterminer la manière dont les forces du cheval doivent être appliquées pour produire le maximum d'effet utile, ce qui est le but pratique de ce genre d'études.

3° Locomotion comparée chez les différents mammifères. — On sait que l'homme et les autres mammifères présentent entre eux des analogies manifestes au point de vue de leur conformation générale. Les membres inférieurs de l'homme correspondent aux membres postérieurs des quadrupèdes, et dans toute la série des mammifères on peut reconnaître dans ces membres des pièces homologues, osseuses ou musculaires, qui ne diffèrent, d'une espèce à l'autre, que par leurs proportions relatives, leur développement inégal, la fusion, l'atrophie ou la déformation de certaines d'entre elles.

Or, si l'anatomie comparée signale, dans la conformation des diverses espèces d'animaux, ces analogies et ces différences de structure, c'est la physiologie comparée qui devra les expliquer.

La chronophotographie montre clairement comment se comportent, dans la marche, les différents segments des membres homologues de di-

vers animaux. Les figures 24, 25, 26, chronophotographies partielles sur plaques fixes, représentent, réduits à peu près à la même échelle, les déplace-

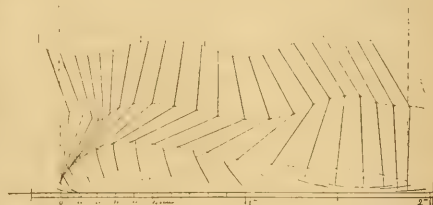


Fig. 24. — Mouvements des divers rayons du membre inférieur de l'homme dans un pas de marche.

ments des divers segments du membre postérieur pendant un demi-pas de marche, chez l'Homme, l'Éléphant et le Cheval. Elle montre qu'un même rayon osseux a des mouvements différents chez



Fig. 25. — Mouvement du membre postérieur de l'éléphant.

deux espèces différentes, c'est-à-dire qu'il prend une part inégale aux flexions et extensions alternatives du membre. On conçoit alors pourquoi les muscles chargés de mouvoir ces rayons osseux présentent chez les divers animaux des diffé-

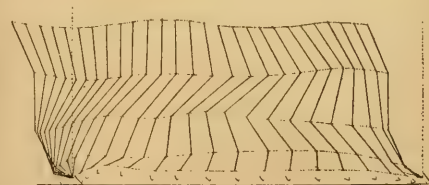


Fig. 26. — Mouvement du membre postérieur du cheval.

rences de longueur et de volume en rapport avec les mouvements qu'ils produisent. C'est en analysant de cette manière les types de locomotion propres à un très grand nombre d'espèces animales qu'on aura les éléments nécessaires pour saisir les rapports qui existent entre la forme des

¹ Les allures du cheval étudiées par la Méthode graphique. C. R. de l'Acad. des sciences. 4 nov. 1872.

² Analyse cinématique des allures du cheval. Marcy et Pagès C. R. 12 sept. 1885. — Ibid. 27 sept. 1888.

organes et les caractères de la fonction qu'ils accomplissent¹.

Et si l'on revient alors à l'étude de l'homme, combien plus clairement n'apparaîtra pas la signification des particularités individuelles dans la conformation du corps!

Les variétés dans la longueur des rayons osseux des membres ou dans le développement de certains muscles, qui s'accroissent si fortement quand on compare entre elles différentes races d'hommes, rapprochent chaque type humain de quelque espèce animale qui présente à un haut degré des caractères analogues. Si, par exemple, par le développement des gastrocnémiens ou par celui des muscles extenseurs de la cuisse, un homme se rapproche des animaux sauteurs, on en pourra conclure, avec quelque vraisemblance, qu'il présente pour le saut des aptitudes spéciales; et ainsi du reste.

Ici encore s'ouvre un vaste champ à explorer; nous y convions les zoologistes qui pensent que la comparaison des êtres vivants, au point de vue morphologique, doit s'éclairer par celle de leurs aptitudes fonctionnelles.

VII. — APPLICATION AUX BEAUX-ARTS

Dans les arts, le document photographique a déjà rendu des services réels : certains maîtres l'acceptent ouvertement; beaucoup d'artistes l'utilisent, ainsi qu'on peut s'en assurer en comparant les œuvres les plus récentes à celles qui datent de quelques années à peine. C'est la photographie instantanée surtout qui a exercé une influence sensible sur les arts, en permettant de fixer en une image authentique les attitudes de l'homme ou des animaux dans leurs mouvements les plus rapides.

Nous ne sommes pas qualifié pour parler ici d'esthétique, encore moins pour discuter la question de savoir si l'art a le droit de représenter les actions violentes, ou s'il doit se restreindre aux attitudes paisibles dont les caractères et les expressions sont plus faciles à saisir sur le modèle vivant.

Mais, si l'on s'en tient aux faits, il est incontestable que, dans l'antiquité aussi bien que de nos jours, les artistes ont maintes fois représenté le mouvement, même dans ses actions les plus rapides, telles que la course et le combat. Or, si l'on compare les œuvres les plus anciennes à celles d'époques plus récentes, on est frappé de cette différence, que chez les modernes les attitudes sont plus calmes, plus équilibrées, pour ainsi dire,

tandis que dans l'art antique, les figures sont parfois franchement hors d'aplomb. La figure 27 empruntée à l'art grec présente nettement ce caractère.

Chacun a gardé le souvenir de quelque œuvre moderne représentant un sujet analogue. En sculp-



Fig. 27. — Ocydromes ou coureurs de vitesse : décoration d'un vase panathénaique.

ture surtout, les coureurs sont tout autrement représentés : la jambe qui soutient le corps s'y voit ordinairement verticalement étendue au-dessous du centre de gravité du corps.

Entre ces deux manières de représenter le même acte, la course, il ne saurait être interdit de prendre pour arbitre la Nature elle-même et de demander à la photographie instantanée de montrer les vrais attitudes d'un coureur.



Fig. 28. — Photographie instantanée d'un coureur; la position des jambes est la même que sur la dernière image à gauche de la figure précédente.

¹ Voir Marey. *Recherches expérimentales sur la morphologie des muscles*. C. R. 12 Sept. 1887.

La réponse n'est pas douteuse : la figure 28, par exemple, montre qu'un homme qui court offre, à

certain moments, l'aspect représenté dans les plus anciennes peintures ¹.

On pourrait démontrer que le coureur ne se présente jamais dans la position adoptée par certains artistes modernes qui semblent avoir oublié que le caractère de la course, et celui de la marche elle-même est une perpétuelle instabilité.

Nous ne nous arrêterons pas sur ces réflexions. En critiquant sur des points de détail des œuvres qui d'ailleurs ont une valeur réelle, nous craindrions l'avertissement :

Ne sutor ultra crepidam.

Faisons remarquer seulement que, dans l'infinie variété des attitudes que montre la chronophotographie suivant les phases d'un mouvement, il en est certainement plusieurs que les artistes pourraient accepter sans enfreindre les lois de l'esthétique ; cela donnerait à la représentation de ces

mouvements une variété intéressante (fig. 29.). Ils trouveraient aussi dans ces images l'expression fidèle de l'action des muscles dont les reliefs variables, visibles sous la peau, traduisent les contractions et les relâchements. Or, ces deux états opposés des muscles sont liés par des rapports nécessaires avec chaque phase du mouvement qu'ils produisent.

Ces reliefs des muscles en action ont pour ainsi dire une physionomie propre, une expression pareille à celle que nous savons reconnaître sur les muscles d'un visage. Et si les données les plus

subtiles de la physiologie pouvaient trouver leurs applications dans l'art, on pourrait dire que le *modèle* d'un membre ne traduit pas seulement l'acte qui s'exécute, mais permet jusqu'à un certain point, de prévoir les actes qui vont suivre. D'intéressantes observations de M. Demeny sur les images chronophotographiques montrent que l'extension d'un bras qui frappe, si elle doit s'achever complètement, s'accompagne du relâchement complet des muscles fléchisseurs ; ces muscles au contraire entrent en jeu pendant l'extension même, si ce mouvement doit être borné : si, par exemple, l'homme qui frappe veut retenir tout à l'heure le coup qu'il porte actuellement.



Fig. 29. — Exemple du modèle obtenu sur l'épreuve chronophotographique.

En prenant d'un lieu élevé les images chronophotographiques d'un homme en mouvement (fig. 30), on a la projection, sur un plan horizontal, de tous les contours de son corps. Ce document, de même que ceux que fourniraient des images a-

nales prises sous différents angles, serait sans doute fort utile aux statuaires ¹.

Enfin, les mouvements du visage étudiés par la chronophotographie présentent un grand intérêt, car on en peut saisir les nuances les plus délicates. Dans une série d'images recueillies sur pellicule mobile, on peut suivre, par exemple, toutes les nuances qui établissent la transition entre un sourire à peine perceptible et l'éclat de rire le plus franc.

De récentes expériences de M. Demeny montrent même que les actes de la parole sont traduits si fidèlement, que des sourds-muets, habitués par des

¹ Le groupe représenté sur le vase grec présente toutefois quelque chose de fort singulier dans les allures des coureurs. On sait que, dans toutes ses allures, l'homme déplace en sens inverse le bras et la jambe du même côté ; les mouvements du bras et de la jambe correspondants sont, comme on dit, associés diagonalement. Or, sur le vase dont nous reproduisons les figures, on voit partout que le bras et la jambe du même côté se meuvent dans le même sens ; cette allure, qui rappelle celle de l'amble des quadrupèdes, était-elle vraiment pratiquée dans les courses du stade ? Est-elle due à une erreur de l'artiste qui a décoré le vase ? Nous ne saurions trancher cette question. Cette manière de courir s'éloigne entièrement de nos habitudes modernes ; elle ne semble toutefois pas impossible au point de vue physiologique. Le sujet mérite d'être étudié.

² Depuis longtemps déjà, on a proposé sous le nom de photosculpture un procédé pour reproduire mécaniquement les formes générales d'un individu. On place le sujet au centre d'un cercle sur la circonférence duquel une série d'appareils photographiques sont disposés. Chacun de ces appareils prend, au même moment, une image du sujet qui se trouve ainsi représenté sous des angles différents. Chacune de ces images, agrandie à l'échelle convenable et appliquée sur une lame de métal, est ensuite transformée en une sorte de gabarit. En faisant passer la matière plastique successivement par chacun de ces gabarits présenté sous l'angle qui lui correspond, on obtient une maquette extrêmement précise au point de vue de l'attitude et à laquelle la sculpture donnera le modèle définitif.

exercices spéciaux à lire sur les lèvres les paroles prononcées, ont pu, d'après les images chronopho-



Fig. 30. — Coureur chronographié d'un lieu élevé en projection horizontale.

tographiques, reconstituer les mots que le modèle avait articulés pendant la prise de ces images.

Représentation artistique du cheval. — C'est en étudiant consciencieusement la Nature que nos peintres et nos sculpteurs ont atteint une grande habileté dans la représentation du cheval. Pour ne citer qu'un des plus illustres, Meissonnier n'avait pas reculé devant les plus laborieuses études. Assis au centre d'un manège que faisait tourner un cheval et ayant ainsi toujours l'animal devant lui, il dessinait, à une phase constante de l'allure, la position d'un membre, puis d'un second, puis l'ensemble. C'est ainsi qu'il était arrivé à cette fidélité parfaite qu'on admire dans ses représentations du cheval au pas, au trot et à certaines phases du galop.

Aussi est-ce avec enthousiasme que Meissonnier accueillait les belles séries de photographies instantanées de Muybridge dont les peintres se sont depuis lors fréquemment inspirés. Sur les albums de M. Muybridge, le document authentique s'est livré à l'artiste avec une facilité singulière; les images, bien qu'obtenues avec des appareils multiples, ne sont pas sensiblement affectées par la différence de perspective, parce que les appareils pouvaient être placés à une assez grande distance pour rendre ce défaut peu sensible.

La chronophotographie sur bande pelliculaire en mouvement donne des images plus nettes encore, à cause de l'extrême brièveté du temps de pose que seuls peuvent donner les obturateurs rotatifs.

La fig. 31, qui représente un cheval au petit galop, a été prise devant un champ obscur et sur un cheval blanc. Ces conditions n'étaient pas indispensables, puisqu'on peut également opérer sur un fond lumineux; mais elles donnent aux images un modelé qui fait mieux ressortir les reliefs des muscles, des tendons, des veines même de la peau.

Parmi les attitudes représentées, il en est une, image inférieure, qu'on rencontre fréquemment dans les frises du Parthénon; mais on en trouve

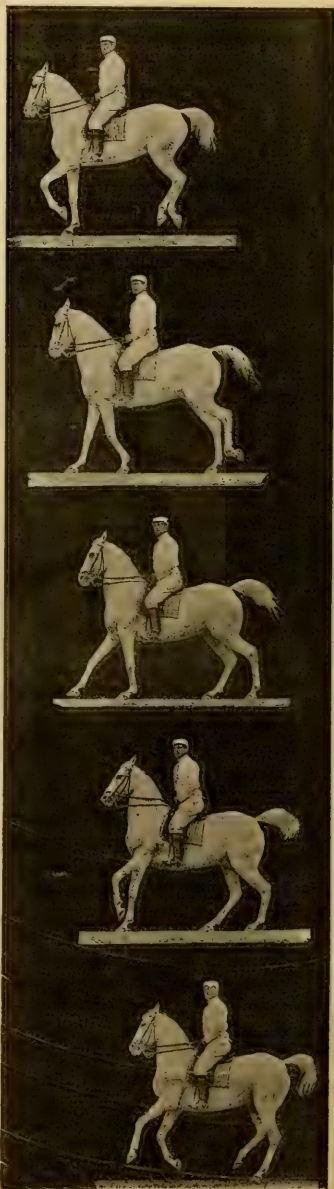


Fig. 31. — Cheval au petit galop. La succession des images se lit de bas en haut.

d'autres aussi que l'art n'avait pas encore représentées. Ces dernières seraient-elles défectueuses au

point de vue artistique? Nous croyons bien plutôt qu'elles n'avaient pas encore été aperçues par les artistes, et que si elles paraissent tout d'abord un peu étranges, c'est précisément par ce que nous ne sommes pas encore habitués à les voir représentées.

VIII. — LOCOMOTION AQUATIQUE

Les animaux terrestres trouvent sur le sol un point d'appui solide; chez eux, les différents types de locomotion se rattachent toujours au mécanisme suivant: Un effort plus ou moins brusque des membres tend à repousser le sol dans un sens, et le corps de l'animal en sens inverse; or, comme le sol présente une résistance à peu près absolue, c'est sur le corps de l'animal que se produit tout l'effet de l'action musculaire.

Toute autre est la locomotion des animaux aqua-

une résistance inégale dans les deux phases de leur mouvement: comatules, crustacés, etc.

Progression par l'effet d'une onde qui se propage le long du corps en sens inverse de la translation de l'animal: anguille et poissons allongés.

Progression par chocs alternatifs d'une palette flexible: carinaria, nageoire caudale de la plupart des poissons.

C'est l'invention de l'aquarium qui a permis d'étudier les différents types de la locomotion aquatique. Mais ici, comme pour les autres mouvements des animaux, l'œil est souvent incapable de suivre les phases de ces actes rapides et compliqués. Voici ce que nous ont donné les premières tentatives d'application de la chronophotographie à ce sujet encore bien peu connu.

Les manières d'opérer varient beaucoup suivant les circonstances.

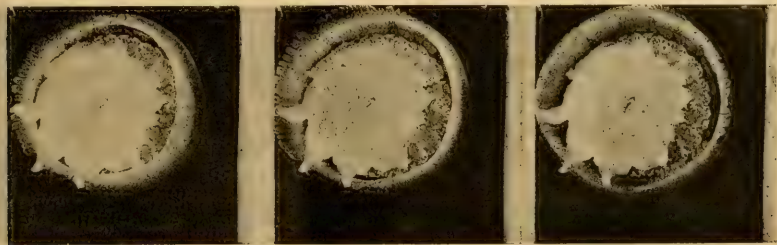


Fig. 32. — Méduse cheminant horizontalement en s'éloignant de l'appareil (image négative).

tiques. Pour eux, le point d'appui est un liquide qui se déplace et consomme, en pure perte, une partie plus ou moins grande du travail musculaire dépensé.

Tous les genres de propulseurs que l'homme croit avoir imaginés pour naviguer: voiles, rames, godilles se trouvent à un haut degré de perfection dans les organes locomoteurs des animaux aquatiques. Et si l'hélice, en tant que mouvement rotatif, ne s'observe pas dans la nature organisée, du moins y trouve-t-on certains mouvements ondulatoires du corps ou de la queue des poissons qui, au point de vue de leur fonction, ont certaines analogies avec l'action de l'hélice.

En outre, les animaux aquatiques présentent de nombreux moyens de propulsion que l'homme n'a jamais employés et dont l'imitation pourra être tentée avec avantage.

Sans prétendre faire l'énumération complète des divers modes de progression qu'on observe chez les êtres aquatiques on peut citer les suivants:

Progression par réaction, lorsqu'un jet de liquide est projeté par l'animal: poulpe, méduse, larves de certains insectes, mollusques bivalves.

Progression au moyen d'organes qui trouvent

Dans les cas les plus simples, on braque l'objectif sur un aquarium transparent enchâssé dans l'épaisseur de la paroi d'une chambre; un réflecteur de toile blanche, convenablement incliné et recevant la lumière solaire, forme un fond lumineux sur lequel les animaux se détachent en silhouette. On recueille une série d'images sur pellicule mobile et l'on obtient la suite des attitudes qui correspondent aux phases successives du mouvement qu'on voulait connaître. La plus grande difficulté consiste à obliger l'animal à se mouvoir dans un espace restreint, afin qu'il ne sorte pas du champ qui projette son image sur la plaque sensible.

Après avoir tracé sur la paroi de l'aquarium quatre lignes qui limitent l'espace visible dans les images, on guette l'instant où l'animal traverse ce champ. Pour peu que ce passage ne dure pas moins d'une seconde, il est facile de recueillir une série de 20 ou 30 images; cela suffit en général pour saisir les phases du mouvement¹.

La méduse (fig. 32) est assez facile à étudier; la

¹ Comme les dimensions d'une page ne permettent pas de représenter des séries aussi longues, nous ne pourrions donner ici que quelques spécimens incomplets de ces images.

transparence de ses organes fait que la silhouette montre quelques détails des organes intérieurs.

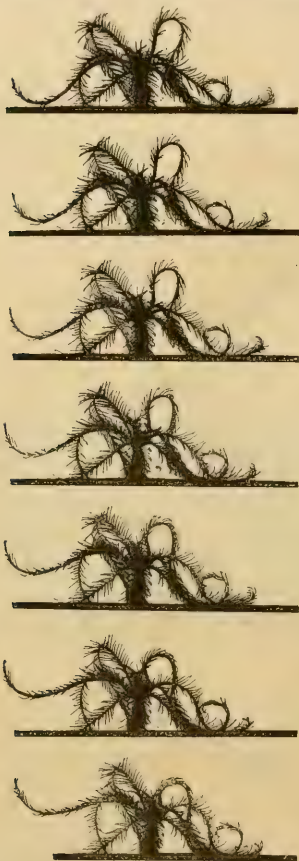


Fig. 33. — Comatule exécutant des mouvements pour s'élever au-dessus du fond de l'aquarium. La succession des images se lit de bas en haut.

Au moyen d'une baguette plongée dans l'aquarium, on amène la méduse dans le champ sur

réaction, propulsent l'animal en sens inverse. Si la méduse est verticalement orientée, la propulsion se fait de bas en haut et l'animal s'élève; si elle est inclinée horizontalement, la propulsion se fait dans le sens horizontal : c'est ce qui a lieu fig. 32; la méduse nageait en s'éloignant de l'observateur. Cette disposition permet de voir comment les franges qui bordent l'ombrelle se retournent tour à tour en dedans ou en dehors suivant les mouvements de l'eau aspirée et refoulée alternativement.

La *comatule* (fig. 33) présente un mode de locomotion fort curieux. Généralement fixée sur quelque appui solide, comme une fleur sur la branche qui la porte; elle exécute avec ses bras des mouvements obscurs et très lents; mais si on la détache de son point d'appui, et si on l'irrite au moyen d'une baguette, on la voit, au bout d'un certain temps, agiter

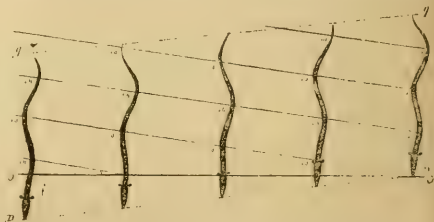


Fig. 34. — Anguille se déplaçant dans un plan horizontal. Une ligne horizontale *oo* sert de repère pour apprécier l'obliquité des lignes qui joignent les ventres et les nœuds de progression de l'animal, exprimée par l'obliquité de la ligne *oo*.

ses bras d'un mouvement rapide qui a pour effet de transporter l'animal loin des contacts importuns. De même que pour la méduse, la translation a lieu dans le sens de l'axe du corps : si la comatule incline obliquement son calice, elle se transporte obliquement. Dans le cas représenté ci-contre (fig. 33) l'animal cherchait à s'élever du fond de l'aquarium.

Voici le mécanisme de la propulsion. Les bras de la comatule sont au nombre de 10; il y en a toujours cinq qui s'élèvent et cinq qui s'abaissent.



Fig. 35. — Allure quadrupède d'une tortue d'eau qui nage en montant.

lequel l'objectif est braqué; on la voit alors exécuter des contractions et des relâchements alternatifs de son ombrelle; ces mouvements chassent; à chaque fois, un certain volume d'eau et, par là

Deux bras consécutifs sont animés de mouvements contraires; ceux qui s'élèvent se rapprochent de l'axe du corps, ceux qui descendent s'en éloignent. Enfin, pendant la phase d'élévation de chaque

membre, les cirres sont invisibles, accolées qu'elles sont par la résistance de l'eau sur le bras auquel elles s'implantent; dans la phase descendante, au contraire, ces cirres s'écartent, et trouvent sur l'eau une résistance qui sert de point d'appui pour la locomotion de l'animal.

L'*anguille* (fig. 34), et les poissons qui ont une structure analogue, progressent par l'effet d'un mouvement d'ondulation du corps; cette onde se propage de la tête à la queue. Il nous a semblé que ces poissons, lorsqu'ils veulent reculer, donnent à leur mouvement onduleux une direction contraire, c'est-à-dire que l'onde chemine de la queue à la tête. Mais ce mouvement est difficile à provoquer et nous n'avons pas encore pu le fixer par la chronophotographie. C'est l'onde rétrograde produisant la progression de l'animal qui, dans la figure 34, est représentée en projection horizontale. Les distances entre les images étant égales et correspondant à des intervalles de temps égaux, $1/10$ de seconde, il est facile, au moyen d'une construction fort simple, d'apprécier la vitesse de l'onde et celle de l'anguille elle-même.

Une ligne horizontale oo représente, sur toutes les images, la position où se trouverait l'extrémité antérieure de la tête si l'anguille n'avait pas progressé; or, on voit qu'à la cinquième image comptée de gauche à droite, c'est-à-dire au bout d'une demi-seconde, l'anguille a progressé de plus du quart de sa longueur, soit environ 0^m75 , ce qui donnerait 15 centimètres à la seconde.

D'autre part les lignes $p^1, p^2, \dots n^1 n^2, \dots$, qui joignent entre eux les ventres et les nœuds d'une même onde dans la série des images ont, par rapport à la ligne oo , une obliquité qui exprime la vitesse de ces ondes et permet de la mesurer. Il résulte de cette mesure, que la marche de l'onde d'avant en arrière est un peu plus rapide que la progression de l'animal; il y aurait donc ici, comme dans l'action de l'hélice d'un navire, un léger recul qui tient à la mobilité du point d'appui.

Nous avons étudié de la même manière la reptation de diverses espèces de serpents, soit sur terre, soit dans l'eau; la reptation des uns et la natation des autres présentent de grandes analogies avec la natation de l'anguille, mais nous n'y avons pas trouvé la même régularité des mouvements.

Les tortues d'eau offrent différents modes de natation: tantôt c'est une sorte d'allure quadrupède avec association diagonale du mouvement des membres, comme dans le trot d'un animal; c'est ce qui est représenté figure 35. Chez les espèces exclusivement marines, les pattes affectent la forme de nageoires, ou mieux d'ailes rudimentaires, et les mouvements des membres antérieurs sont parfois symétriques comme ceux des ailes d'un oiseau. Il en

résulte une espèce de vol dans l'eau analogue à celui des pingouins. Ce genre de locomotion, que

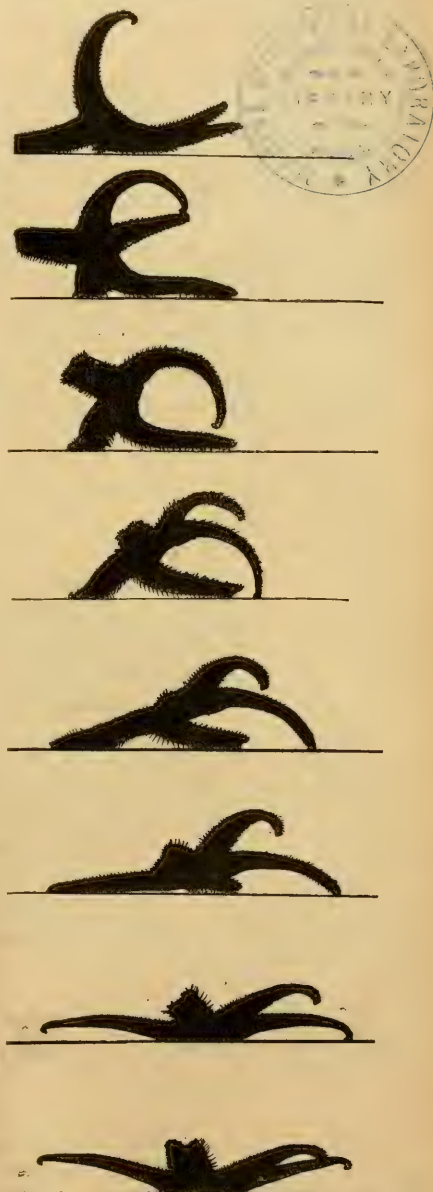


Fig. 36. — Phases du mouvement d'une astérie qui se retourne
nous n'avons pas encore eu l'occasion d'étudier

par la chronophotographie, rapproche, par les analogies fonctionnelles, les chéloniens et les oiseaux, déjà si voisins par leurs caractères morphologiques.

Les mouvements très lents de certains animaux aquatiques, faciles à étudier au moyen d'images

étudier de près, il faut recourir à une disposition particulière. On forme, avec deux glaces lutées au mastic, un petit aquarium dont les dimensions soient égales à celle du champ que devra couvrir l'image, et l'on place l'animal (une crevette, par



Fig. 37. — Mouvements des pattes d'une crevette.

successives, présentent également un grand intérêt. Rien n'est plus curieux que d'assister aux évolutions par lesquelles une *astérie* qu'on a retournée sur le dos travaille à se remettre sur le ventre. Elle y arrive (fig. 36) par des merveilles d'équilibre. On la voit glisser peu à peu l'un de ses rayons sous son corps, tandis qu'elle en soulève deux autres, jusqu'à ce que son centre de

exemple, fig. 37), dans cette petite caisse remplie d'eau de mer. En recueillant sur pellicule mobile les images successives qui se détachent en silhouette sur un fond lumineux, on obtient la série des mouvements des membres; ceux, par exemple, qu'exécutent les pattes pour seconder la respiration. Nous décrirons plus loin une disposition analogue pour l'étude du vol des insectes.

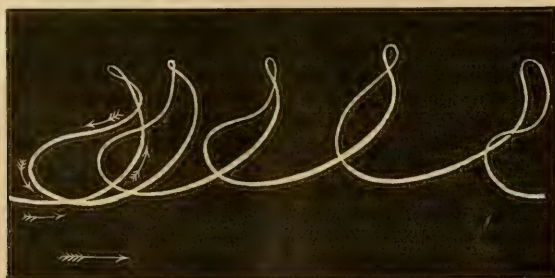


Fig. 38. — Trajectoire de l'extrémité de l'aile d'un corneille. Une paillette brillante attachée à la 2^e rémige suivait le parcours indiqué par de petites flèches courbes. En bas de la figure une flèche droite et horizontale exprime la direction du vol.

gravité se trouve en dehors de sa base de sustentation. Alors, tout à coup, perdant l'équilibre, elle tombe sur sa face ventrale; elle n'a plus ensuite qu'à étendre graduellement ses rayons pour être dans son attitude normale, et progresser sur le fond de l'aquarium par le mode de reptation qui lui est propre.

Ce mouvement de culbute est assez long à se produire, et exige de dix à vingt minutes d'ordinaire; aussi doit-on, pour en rendre les phases saisissables, laisser environ une minute d'intervalle entre deux images successives.

Pour les très petits mouvements, qu'on doit

IX. — LOCOMOTION AÉRIENNE

1^o *Vol des oiseaux.* — Le mouvement des ailes de l'oiseau qui vole, bien plus rapide encore que celui des membres des quadrupèdes, échappe presque entièrement à l'observation. A peine l'œil entrevoit-il certaines attitudes qui durent un peu plus longtemps que les autres. C'est précisément ces phases du coup d'aile que les artistes représentent : en Europe, ils figurent généralement l'oiseau avec les ailes élevées; au Japon, suivant la juste observation de M. Muybridge, la phase d'abaissement des ailes est tout aussi fréquem-

ment représentée. Mais les attitudes intermédiaires des ailes sont restées inconnues jusqu'à l'emploi de la chronophotographie qui en traduit exactement la succession.

Dans l'analyse des mouvements du vol, on doit,

de lumière intermittentes on eût obtenu la même trajectoire sous forme de points successifs dont l'écartement, variable à chaque instant, eût exprimé les variations de la vitesse de l'aile aux différents instants de son parcours.

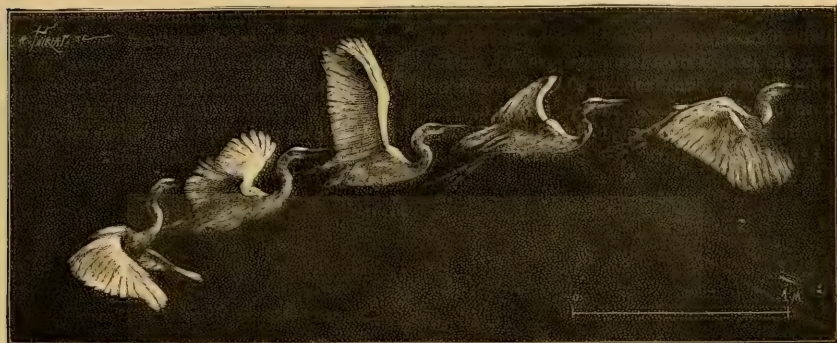


Fig. 39. — Vol d'un héron aigrette. Une échelle métrique, au bas de la figure, permet d'évaluer la vitesse de l'oiseau (5 images par seconde).

suivant le but qu'on se propose, recevoir les images, soit sur une plaque fixe, soit sur une bande pelliculaire animée de translation.

La première méthode se prête à l'inscription de la trajectoire de la pointe de l'aile d'un oiseau (fig. 38). Une corneille volait devant un fond

La même méthode s'applique encore à prendre une série d'images complètes d'un oiseau blanc qui vole devant un champ obscur, pourvu qu'on n'ait pas besoin d'un très grand nombre d'images en un temps donné. Avec cinq images par seconde, on a obtenu la fig. 39, montrant un héron qui



Fig. 40. — Vol du canard. Des fils verticaux, écartés entre eux d'un mètre, permettent d'évaluer la vitesse du vol. L'abaissement de l'aile se prononce de plus en plus dans les images suivies de droite à gauche. (5 images par seconde).

obscur; elle portait, à l'extrémité de l'une des premières rémiges, une paillette métallique qui brillait au soleil. La trajectoire singulière décrite dans l'espace représente le mouvement assez compliqué résultant de la rotation de l'aile autour de l'articulation scapulo-humérale et des flexions et extensions des différents segments du membre.

Cette trajectoire a été obtenue avec ouverture permanente de l'objectif photographique; aussi est-elle continue. En produisant des admissions

vole à rames et dont les ailes se montrent alternativement dans leur position d'élévation et d'abaissement extrêmes. On voit nettement que l'aile, au moment de son élévation la plus grande, se trouve fortement portée en arrière; elle est au contraire très portée en avant dans sa phase d'abaissement.

On a photographié dans des conditions semblables le vol du canard (fig. 40). Ici le nombre des images est voisin de celui des coups d'ailes, de sorte que l'oiseau est représenté dans une série

d'attitudes assez rapprochées les unes des autres. On observe d'abord l'abaissement complet des ailes, puis des degrés de moins en moins prononcés de cet abaissement, jusqu'à la dernière image qui le montre avec les ailes en élévation. L'ordre de succession doit donc se lire de droite à gauche.

Pour rendre plus intelligibles les mouvements de l'aile d'un oiseau, il faut aussi pouvoir en prendre les images d'un lieu élevé, comme on l'a fait pour l'homme dans la figure 29. Un pigeon dont les chronophotographies ont été prises ainsi, d'en haut, a donné la figure 41 où, malgré la superposition partielle des images, on peut suivre les

vol appelé *vol plané*, dans lequel ils glissent sur l'air sans donner de coups d'ailes. Des appareils nommés *aéroplanes* imitent ce glissement dans l'air et exécutent des planements d'un assez grande étendue.

Ces différentes sortes de machines, lorsqu'elles évoluent dans l'air, sont aussi difficiles à observer que les oiseaux véritables; il est donc très utile de recourir à la chronophotographie pour apprécier la façon dont s'exécutent, soit leurs battements d'ailes, soit leurs glissements sur l'air. La figure 42 représente un petit appareil planeur en carton qui tombe d'un lieu élevé et décrit des courbes alter-



Fig. 41. — Pigeon qui vole; les images sont prises d'un lieu élevé. — Chronophotographie sur plaque fixe (25 images par seconde).

phases du coup d'aile, d'après les attitudes projetées sur un plan horizontal. On conçoit que la combinaison d'images d'un même oiseau, projetées sur trois plans perpendiculaires entre eux, donne des renseignements suffisants pour construire des figures en relief de cet oiseau; celles-ci renseignent entièrement sur ses attitudes successives aux différents instants du vol. C'est ce que nous avons fait et décrit dans un ouvrage spécial sur la physiologie du vol des oiseaux ¹.

Si l'on trouvait insuffisant le nombre des images données par la chronophotographie sur plaque fixe, on recourrait à l'emploi de la pellicule animée de translation; cela permettrait de recueillir jusqu'à soixante images distinctes par seconde.

Ces études sur le mécanisme du vol des oiseaux, en dehors de l'intérêt qu'elles présentent au point de vue physiologique, conduiront à certaines applications pratiques. Elles montrent comment on pourrait construire des appareils capables de se transporter dans l'air. Or, on sait que, dans ces dernières années, on a déjà réussi à construire de petites machines qui battent des ailes et volent à la façon d'oiseaux, exécutant un parcours de 10 à 20 mètres.

Les oiseaux, d'autre part, ont un autre forme de

nativement concaves et convexes, sous les influences combinées de la pesanteur et de la résistance de l'air. Cette trajectoire, dont l'œil ne saurait suivre les inflexions ni les variations de vitesse,

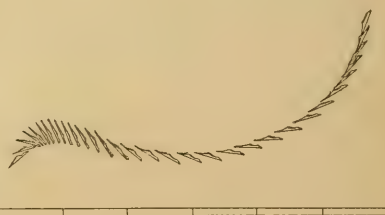


Fig. 42. — Reproduction schématique de la trajectoire chronophotographique d'un appareil planeur décrivant dans l'air une courbe sinusoïdale (20 images par seconde.)

est exprimée, dans tous ses détails, sur la figure ci-contre où les images sont prises à raison de 20 par seconde. L'écartement variable des images successives permet d'apprécier la vitesse du mobile et ses variations, ainsi que les inclinaisons diverses de l'axe de ce mobile sur sa trajectoire. Toutes ces inflexions s'expliquent assez bien aujourd'hui par les lois de la résistance de l'air contre les plans inclinés ¹.

¹ *Le Vol des oiseaux*. Paris, G. Masson, 1889.

¹ Voir le *Vol des oiseaux*, p. 293 et suivantes.

2° *Vol des insectes.* — Le vol des insectes diffère profondément de celui des oiseaux, au point de vue de son mécanisme. Nous croyons avoir démontré que ce vol présente de grandes analogies avec la fonction d'un propulseur que certains bateaux emploient et qu'on appelle la *godille*.

L'aile de l'insecte, dans son battement rapide, décrit en effet dans l'air la même trajectoire que la godille dans l'eau. L'action propulsive est, dans les deux cas, la même : celle d'un plan incliné qui se déplace dans un fluide; l'effet en est comparable à celui de l'hélice¹.

Mais si le mécanisme du vol des insectes est aujourd'hui connu dans ses caractères essentiels, bien des détails manquaient encore, que l'observation était impuissante à saisir, car la fréquence

laquelle se voit l'insecte maintenu captif à l'extrémité d'une pince. Le faisceau concentré traverse la première lentille de l'objectif, et ses rayons convergent sur les disques obturateurs; ils traversent ces disques au moment de la coïncidence des fenêtres et vont former sur la pellicule sensible un champ lumineux au milieu duquel se détache en silhouette l'image de l'insecte.

Le vol captif que l'on obtient avec ce mode de contention de l'insecte ne réussit pas pour toutes les espèces; il permet, il est vrai, d'orienter à volonté l'animal et de saisir les attitudes de ses ailes sous différents aspects; mais il donne lieu à des mouvements d'une amplitude et d'une rapidité exagérées.

Pour étudier le vol normal, on dispose, en avant

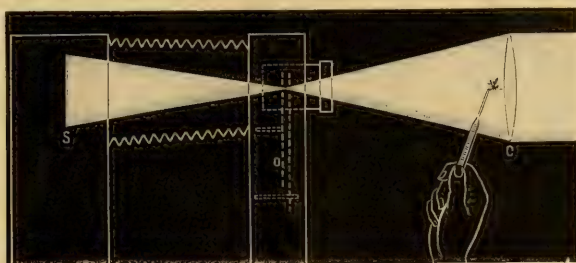


Fig. 43. — Disposition théorique de l'éclairage employé pour étudier le vol des insectes.

des battements de l'aile des insectes est extrême. Nous avons pu constater par l'inscription directe que certains d'entre eux donnent jusqu'à 300 coups d'aile par seconde et ce n'est certainement pas la limite de fréquence de ces mouvements.

Malgré les difficultés du problème, on pouvait espérer que la chronophotographie arriverait à saisir les phases du coup d'aile d'un insecte; mais il était probable qu'il faudrait encore diminuer le temps de pose, déjà réduit à $1/2000$ de seconde dans les expériences sur le vol des oiseaux. Or, comme il était à craindre qu'avec des poses si courtes l'éclairage ne devint insuffisant, on devrait diriger sur l'insecte de la lumière extrêmement concentrée.

La figure 43 représente théoriquement la disposition à laquelle nous avons eu recours. On y voit de droite à gauche: en premier lieu, le faisceau de lumière parallèle qu'un héliostat dirige suivant l'axe optique principal du photochronographe. Ce faisceau est concentré par une lentille C^2 derrière

de l'objectif, une boîte de carton fermée en avant par une glace qui vient toucher la lentille-condensateur. Introduit dans cette boîte, l'insecte va aussitôt voler contre la vitre qui a été mise préalablement au foyer de l'objectif. Du reste, on surveille la manière dont s'accomplit le vol et, au moment voulu, on presse le bouton qui met en marche la pellicule sensible. C'est ainsi qu'a été obtenue la figure 44.

Une grande brièveté des temps de pose était nécessaire pour obtenir des images nettes des ailes de l'insecte, à cause de l'extrême rapidité de leurs mouvements. Avec des fenêtres de 2 centimètres de largeur dont les coïncidences donnaient des éclaircissements de $\frac{1}{2000}$ de seconde, les images n'étaient pas nettes, du moins pour l'extrémité des ailes. Nous avons graduellement réduit le diamètre de ces fenêtres, en les remplaçant par des rideaux de métal percés de fentes étroites dirigées suivant les rayons du disque. Ces fenêtres, n'ayant que $1^{\text{mm}} 5$ de largeur, leur coïncidence réduisit la durée de l'éclaircissement à $1/25000$ de seconde.

L'insecte qui vole contre la vitre occupe, en profondeur, un espace assez grand; il faut donc, pour

¹ Voir MAREY. *La Machine animale*.

² La longueur focale de cette lentille doit être au moins double de celle de l'objectif.

que toutes les parties de son corps soient nettement représentées, que l'objectif ait une grande profondeur de foyer. Or, il arrive précisément que l'extrême étroitesse des fentes par lesquelles doit passer la lumière, au centre de l'objectif, constitue un excellent diaphragme qui donne au foyer plus de deux centimètres de profondeur¹.

X. — PHOTOGRAPHIE DES MOUVEMENTS DANS LE CHAMP DU MICROSCOPE

Les mouvements des êtres microscopiques sont particulièrement difficiles à suivre : leur rapidité est en général si grande que, dans bien des cas,

ments très rapides, on doit donner aux temps de pose une extrême brièveté. Il fallait donc que l'objet à photographier fût soumis à un très puissant éclairage.

Mais l'action prolongée d'une lumière très concentrée, et surtout celle de la chaleur qui l'accompagne, altérerait bien vite les petits êtres qui se meuvent dans la préparation microscopique. Pour éviter ce danger nous avons recouru à la disposition que voici :

La lumière, très concentrée, n'est projetée sur la préparation que d'une manière intermittente et pendant des temps très courts, généralement inférieurs à 1/1000 de seconde. Le chronophotographe



Fig. 44, montrant deux *tipules*, dont l'une est immobile et posée contre une vitre, pendant que l'autre vole au-dessous d'elle, en agitant ses pattes de diverses manières et en donnant à son corps des inclinaisons variées. Cette figure est un fragment d'une longue bande pelliculaire.

les organes moteurs sont tout à fait invisibles. Aussi, la translation de certaines infusoires a-t-elle quelque chose de mystérieux ; ce n'est qu'en tuant l'animal qu'on aperçoit nettement des cils vibratiles, ou des organes du même genre, que leur agitation rapide empêchait d'apercevoir.

Il se passe dans le champ du microscope une infinité de mouvements des plus curieux, mais dont l'analyse par la chronophotographie présentait quelques difficultés.

En premier lieu, l'agrandissement considérable des images entraîne une diminution proportionnelle de l'intensité de la lumière qui agit sur chaque point de la plaque photographique. D'autre part, pour obtenir des images nettes de mouve-

se prête aisément à cette disposition : il suffit de placer l'objet à photographier en arrière des disques obturateurs ; ceux-ci ont dès lors pour fonction de couper le faisceau de lumière concentrée et de ne le laisser arriver sur la préparation que pendant les courts instants de la coïncidence des fenêtres.

La figure 45 montre, dans ses principaux détails, la pièce spéciale qui s'adapte au chronophotographe pour l'analyse des mouvements microscopiques. Une caisse de bois, ouverte à sa partie centrale, s'adapte à glissière sur l'avant-corps de notre appareil à la façon des boîtes à objectifs déjà décrites. Cette caisse porte, en avant, un objectif C qui ne sert qu'à condenser la lumière envoyée par un héliostat. Le foyer de ce condensateur vient se former sur la platine *p* à l'endroit même où sera placée la préparation. Pour la mise au point, on règle la position de la platine porte-objet, d'abord au moyen du bouton B qui commande une crémaillère, puis avec la longue tige *m v* qui commande la vis micrométrique.

¹ Nous nous proposons de modifier les conditions de l'expérience et d'établir un système d'éclairage des insectes qui les rende lumineux devant un champ obscur. On se trouvera ainsi dans les conditions de la chronophotographie sur plaque fixe et l'on pourra suivre avec plus de précision les phases, si fugitives, d'un coup d'aile de l'insecte.

L'objectif microscopique O est braqué sur la préparation ; en arrière de cet objectif, les rayons qui portent l'image traversent une boîte cubique de métal, puis, se continuant à travers la caisse de bois dans le soufflet qui s'y adapte, arrivent enfin sur la glace dépolie de la *chambre aux images* ¹.

Sur le côté de la caisse métallique, est obliquement implanté un tube de microscope avec son oculaire. Une disposition introduite par M. Nachet permet d'envoyer à volonté l'image, soit sur le verre dépoli, soit dans le microscope ; elle consiste dans l'emploi d'un prisme à réflexion totale que

On tire alors sur le bouton du prisme et l'on met l'appareil en marche ¹.

La figure 46 montre, à un grossissement considérable, plusieurs Vorticelles attachées à des filaments de Conferves. Pendant la succession des dix images représentées sur la figure, plusieurs Vorticelles exécutent des mouvements ; leur style se rétracte et les tire obliquement en bas et à droite. Ce mouvement, trop brusque pour que l'œil puisse le saisir, peut être suivi, dans ses phases, de la façon suivante :

Prenons pour points de repère les fibres de Con-

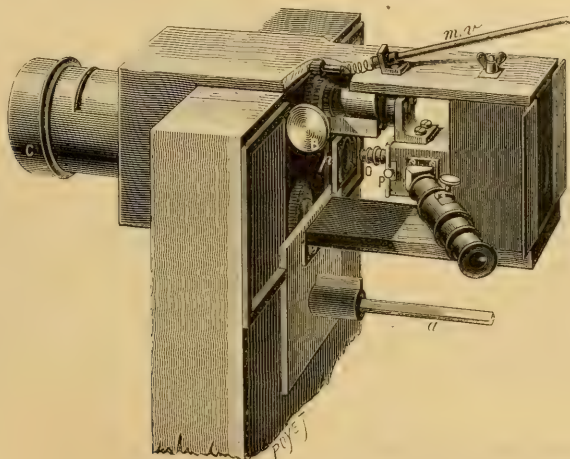


Fig. 45. — Pièce spéciale qui s'ajoute au chronophotographe pour étudier les mouvements des êtres microscopiques.

l'on met en mouvement au moyen du bouton P. En pressant sur le bouton, on avance le prisme et on rejette l'image de la préparation dans le microscope ; en tirant sur le bouton, on éloigne le prisme et l'image va se former directement sur le verre dépoli ou sur la plaque sensible.

Comme il serait impossible de rechercher les points intéressants de la préparation lorsqu'on est placé à l'arrière de l'appareil pour regarder l'image sur le verre dépoli, cette recherche se fait en regardant par l'oculaire du microscope qu'une lentille de correction permet de régler de telle sorte que les images soient exactement au point dans le microscope et sur la plaque sensible.

Tout étant préparé pour les photographies sur pellicule en mouvement, on vérifie par l'oculaire du microscope si la mise au point est exacte, et si les mouvements se produisent à l'endroit voulu.

ferves qui s'entrecroisent sur la préparation ; nous voyons une fibre transversale croisée par trois fibres verticales et formant avec elles des compartiments à peu près rectangulaires. Dans le plus grand de ces compartiments se voient deux Vorticelles munies de leurs styles contournés en spirales. Ces deux Vorticelles se meuvent, car on peut constater que, de la première à la dernière image, elles s'approchent graduellement de la fibre transversale et de l'angle inférieur droit du compartiment qui les renferme ².

¹ Pour pouvoir opérer sans le secours d'un aide qui tourne la manivelle du rouage, nous avons mis celui-ci en rapport avec un barillet à ressort et avec un volant régulateur. On embraye le volant, on remonte le barillet, et tout est prêt pour que l'appareil se mette en marche dès que le volant sera rendu libre. Lors donc qu'on a constaté, en regardant par le microscope, que la préparation est bien au point, on n'a plus qu'à tirer le bouton du prisme et à lâcher le volant pour que l'appareil se mette en marche et que les images se prennent.

² Le procédé de gravure qui a servi à reproduire ces images ne se prête pas à rendre la pureté des détails que

¹ Voir ci-dessus la description de cette chambre, p. 693.

Cet exemple n'est peut-être pas un des plus intéressants qu'on puisse choisir pour montrer les applications de la chronophotographie aux mouvements des êtres microscopiques¹. Mais nos expériences ne sont encore qu'à leur début, et nous nous proposons de les poursuivre. Nous espérons surprendre ainsi les mouvements des globules du sang dans les vaisseaux capillaires, les actes intimes de la contraction de la fibre des muscles et des ondes qui les parcourent; enfin, les mouvements des cils vibratiles et, en général, des organes qui servent à la locomotion des infusoires, etc.

Nous ne doutons pas non plus qu'il ne soit possible d'appliquer aux êtres microscopiques la chro-

nières faciles à déterminer expérimentalement par la chronophotographie.

Choisissons pour exemple l'expérience de Galilée sur les lois du mouvement d'un corps qui tombe sous l'action de la pesanteur. Il a fallu au grand physicien de Florence un effort de génie pour trouver le moyen de réduire la vitesse du mouvement, à l'aide du plan incliné, sans en altérer les caractères, et pour en rendre saisissable l'accélération uniforme. Ce même problème, traité par la chronophotographie, peut se résoudre de la façon la plus simple, sans aucun dispositif spécial. On place une échelle au-devant du champ obscur et l'on prend dans sa main une boule pesante

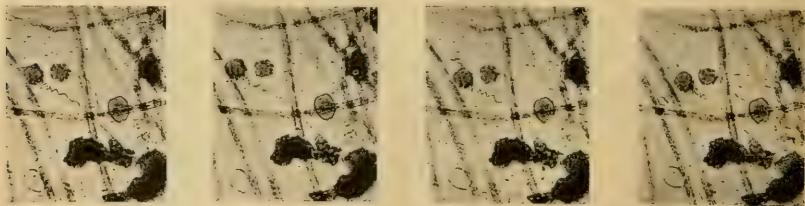


Fig. 46, montrant les mouvements de Vorticelles qui rétractent leur style en spirale. La succession des mouvements se lit de gauche à droite.

nophotographie sur plaque fixe, en se servant d'un éclairage oblique, du système imaginé par M. Nachet, qui montre les objets lumineux sur fond obscur.

XI. — LA CHRONOPHOTOGRAPHIE APPLIQUÉE AUX SCIENCES PHYSIQUES

Pour terminer cette revue déjà longue des applications de la chronophotographie, nous n'ajouterons que quelques mots, destinés à montrer le parti qu'on en peut tirer pour étudier le mouvement dans le monde inorganique. La Cinématique et la Dynamique trouveront un auxiliaire puissant dans l'emploi de notre méthode.

Les mémorables expériences de Galilée qui ont déterminé les lois de la chute des corps peuvent être considérées comme le point de départ de la Mécanique scientifique. C'est en généralisant ces lois, et en les appliquant à toutes les forces qui agissent sur la matière, qu'on a créé la Dynamique. Or, les mouvements si compliqués des masses soumises à différentes forces, s'ils sont parfois difficiles à déterminer par le calcul, sont en général

blanchie à la craie; on laisse tomber cette boule d'une certaine hauteur, tandis que l'appareil chronophotographique en reçoit les images sur plaque fixe. Ne voit-on pas dans la fig. 47 la série des positions occupées par le mobile à chacun des instants successifs (à chaque 40^e de seconde)? Et n'est-il pas facile, au moyen, d'une échelle métrique, de comparer entre eux les espaces parcourus dans ces unités de temps successives?

L'expérience, il est vrai, a été réalisée dans des conditions assez grossières¹, mais on pourrait y introduire toute la précision désirable.

La même méthode pourrait servir à déterminer les lois de la résistance de l'air agissant sur des mobiles de différentes formes et de différentes densités.

En général, tous les mouvements des corps soumis à différentes forces peuvent s'inscrire d'eux-mêmes par la chronophotographie sur plaque fixe. Les phases de l'oscillation du pendule simple, celles du pendule composé; la trajectoire d'un projectile unique, ou celle de projectiles de masses différentes reliés entre eux; la composition des mouvements de rotation et de translation, etc.;

présentait la préparation et qui se retrouvait sur les clichés originaux.

¹ Nous avons également obtenu d'assez bonnes images du mouvement des globules du sang dans les vaisseaux capillaires, et de la croissance des cristaux arborisés dans des solutions saturées.

¹ Les intervalles de temps sont trop courts; on n'a pas photographié la règle métrique dans le plan où se produit la chute du mobile; l'ombre des barreaux de l'échelle se projette sur le mobile et en rend parfois la position indécise, etc.

tout cela se traduit sur les images dans sa forme la plus expressive, celle d'une figure géométrique.

Il serait même possible, en recueillant par cette méthode des images stéréoscopiques, d'exprimer les caractères d'un mouvement qui se produit suivant les trois dimensions de l'espace.

En pratique, notre méthode offre de grands avantages pour contrôler la marche des machines et

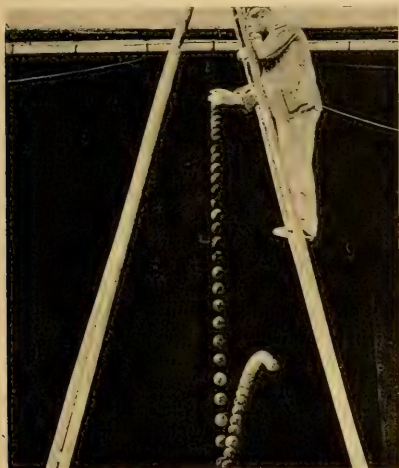


Fig. 47. — Phases du mouvement d'un corps qui tombe étudiées par la chronophotographie sur plaque fixe.

pour s'assurer qu'elles ne présentent pas dans leur fonctionnement quelque défaut qu'on n'a pas su prévoir. Une des grandes préoccupations de notre époque est la construction de machines volantes capables de se transporter dans l'air et de s'y diriger. Dans les essais fort nombreux qui ont été faits jusqu'ici, les appareils se sont souvent mal comportés et se sont parfois brisés dans leur chute sans qu'on ait eu le temps de saisir le vice de leur fonctionnement. Étudiées par la chronophotographie, ces machines eussent révélé tous les détails de leurs mouvements et montré les défauts qui ont occasionné la chute.

Rappelons à cet égard l'expérience sur la translation du petit appareil planeur. On eût pu s'attendre à ce que l'appareil décrivit dans l'air une trajectoire plus simple. Les courbes onduleuses qu'il a suivies, et dont une seulement se voit sur la figure, montrent que, d'après la loi de

Joëssel, le centre de pression de l'air contre un plan qui suit une trajectoire oblique se déplace en raison de la vitesse et produit des changements d'orientation du mobile qui se corrigent et se reproduisent d'elles-mêmes d'une façon périodique¹.

Il n'est pas jusqu'au domaine de la Géométrie qui ne soit, à certains égards, accessible à la chronophotographie. On considère la plupart des figures de la Géométrie dans l'espace comme engendrées par le mouvement de lignes ou de points qui se transportent en sens divers. Ainsi, un cône est engendré par les mouvements d'une droite qui décrit un cercle par l'une de ses extrémités, tandis que l'autre est fixée en un point d'une perpendiculaire élevée au centre de ce cercle. Cette genèse peut être réalisée d'une manière concrète en photographiant sur plaque fixe les images d'un fil blanc qui se meut devant un fond noir suivant les conditions ci-dessus indiquées. Des conoïdes sont engendrés par le mouvement d'un fil qui se meut circulairement à l'une de ses extrémités, tandis que l'autre se déplace en ligne droite. On obtient une cycloïde en faisant rouler devant le champ obscur un cercle noir qui porte un point lumineux, etc.

Pour toutes ces applications si variées, le chronophotographe n'exige aucune disposition spéciale, sauf parfois le changement d'objectif, lorsque les dimensions de l'objet qu'on étudie et la distance à laquelle il se trouve rendent ce changement nécessaire.

En rapprochant, comme il est naturel de le faire, la chronophotographie des autres formes de la Méthode graphique, nous lui avons attribué une supériorité sur ces dernières dans beaucoup de cas. En effet, cette méthode est *plus simple*, chaque fois qu'on peut recueillir sur une plaque fixe, et par une opération toujours la même, la succession des phases d'un phénomène. Elle est *plus puissante*, puisqu'elle aborde des phénomènes d'une plus grande complexité. Elle est *plus sûre*, car, à l'inverse des procédés mécaniques d'inscription des mouvements, elle n'emprunte rien à la force dont elle étudie les effets et n'en altère en rien les manifestations. Enfin elle est *plus générale*, et nous croyons avoir montré par des exemples assez nombreux qu'elle s'applique également aux sciences physiques et aux sciences naturelles.

E.-J. Marey
de l'Académie des Sciences.

¹ Voir le *Vol des Oiseaux*, p. 305.

LES PRODUITS FORMÉS PENDANT LA FERMENTATION ALCOOLIQUE

LEUR ORIGINE; LEUR INFLUENCE SUR LA QUALITÉ DES BOISSONS FERMENTÉES

Lavoisier annonça en 1789 que, sous l'influence d'un ferment qui est aujourd'hui pour nous la levûre, le sucre se dédoublait en alcool et en acide carbonique. Gay-Lussac, en 1815, reprenant la découverte de Lavoisier, sut montrer que les quantités de l'un et de l'autre corps étaient sensiblement égales, et que leur somme représentait à peu de chose près le poids du sucre décomposé. Il se crut donc autorisé à mettre ce dédoublement sous la forme d'une équation chimique, dont la science s'est contentée pendant longtemps.

Le grand nombre de corps découverts depuis dans les produits de la fermentation, la forme nouvelle sous laquelle la science envisage aujourd'hui ce phénomène, nous interdisent de le représenter avec une semblable précision.

A côté de l'alcool et de l'acide carbonique sont venus en effet dans l'équation de Gay-Lussac s'introduire bien des termes nouveaux : ce sont d'abord la glycérine et l'acide succinique, que M. Pasteur a retrouvés d'une façon constante dans tous les produits fermentés; ce sont l'aldéhyde, l'acide acétique, et même des acides gras supérieurs, dont l'existence a été constatée par MM. Duclaux, Schutzenberger, Béchamp, etc.; ce sont des alcools supérieurs (alcool propylique, isobutylique, amylique, isolés par Chancel, Wurtz, Isidore Pierre, etc.); ce sont des glycols et spécialement le glycol isobutylénique; ce sont des composés basiques, découverts par MM. Krœmer et Pinner, et étudiés par M. Morin. Il convient enfin de faire figurer, pour une certaine part, dans les produits nés de la fermentation, comme l'a montré M. Pasteur, la levûre elle-même, dont la partie hydrocarbonée s'est formée aux dépens du sucre.

Dans les théories actuelles de la science, basées sur les travaux de MM. Pasteur, Schutzenberger, Béchamp, Duclaux, Nœgeli, Laurent, etc., la fermentation alcoolique n'est plus un simple phénomène de dédoublement de la molécule sucrée sous l'action de présence de la levûre, mais constitue un acte biologique, dont les conséquences sont sujettes à toute la complexité, à toutes les variations auxquelles la physiologie végétale nous a habitués. Devant cette double considération, comment pourrions-nous songer aujourd'hui à enserrer la vie de la levûre, dans les limites d'une égalité chimique?

L'équation de Gay-Lussac était simple, et bien simple aussi la théorie de la fermentation. Mais il est un fait général, dont nous retrouvons ici la manifestation : c'est que plus la science se perfec-

tionne et approfondit les phénomènes naturels, plus elle en découvre la complication, et ce phénomène de la fermentation, qui pouvait se résumer en quelques mots à l'époque où on ne le connaissait que superficiellement, devient aujourd'hui un des problèmes les plus étendus de la chimie biologique, et l'un de ceux qui laissent aux savants le plus de points à éclaircir.

Quand un problème présente de telles difficultés à résoudre, il est intéressant pour celui qui veut se rendre compte de ce qui a été fait et de ce qui reste à faire, de regarder en arrière et d'examiner la question telle qu'elle se pose aujourd'hui. C'est ce que nous avons voulu faire dans cet article, non pas pour le problème dans son ensemble (car il faudrait nous occuper des espèces de levûre, de leur alimentation, etc.), mais pour une des questions seulement de ce problème, celle qui nous sollicite de lui dire l'origine des différents produits nés pendant la fermentation alcoolique.

I

La levûre, — qu'elle soit une cellule de *Saccharomyces Cerevisiae*, comme celle qui fait la bière, qu'elle soit une cellule de *Saccharomyces ellipsoïdeus*, de *Saccharomyces Pastorianus*, etc., comme celles qui produisent le vin, — végète dans un milieu sucré : en dehors de sa fonction alcoolique, cette levûre vit, c'est-à-dire respire, se nourrit et se reproduit. Par sa respiration elle dégage de l'acide carbonique, et cet acide carbonique doit par conséquent, dans le compte final de la fermentation, être soustrait de l'acide carbonique qui provient de la décomposition du sucre. MM. Gréhan et Quinquand (C. R. CVI, 609 et 1249) ont montré qu'en faisant vivre de la levûre dans l'eau pure, puis dans l'eau sucrée et en recueillant le gaz dégagé dans chacun des cas, on pouvait établir la distinction entre l'acide carbonique de respiration et l'acide carbonique de fermentation.

Pour se nourrir et reproduire incessamment des êtres semblables à elle-même, la levûre décompose les aliments hydrocarbonés, azotés et minéraux qui se trouvent à sa disposition. Elle abandonne donc au liquide fermenté les résidus chimiques de cette alimentation, résidus chimiques qui ne sauraient dès lors être comptés parmi les produits de la fermentation normale. Ces résidus seront nécessairement variables avec la nature des matériaux que l'on présente à la levûre, avec les conditions dans lesquelles elle se trouve pour les assimiler. Sur ces résidus, nous ne connaissons rien et nous devons

nous borner à constater leur existence dans les produits de la fermentation, sans chercher à les définir.

II

Laissons de côté, pour le moment du moins, les produits sécrétés par la levûre considérée comme cellule qui végète, vit et se reproduit, et recherchons ceux qu'elle doit former, quand, indépendamment de sa vie végétale, elle accomplit sa vie de ferment et décompose la molécule sucrée.

La question est difficile à résoudre et est loin d'être résolue; car, pour l'élucider d'une façon complète, il nous faudrait non seulement empêcher la levûre de vivre, ce qui est impossible, mais encore suivre cette levûre à chacune des périodes qu'elle accomplit dans son rôle de ferment; car il est très probable que la levûre ne fournit pas, au commencement et à la fin de la fermentation qu'elle provoque, les mêmes produits, ou les fournit en proportions différentes.

Nægeli, puis M. Laurent¹, ont montré que la levûre s'assimile le sucre qu'elle doit ensuite faire fermenter; elle s'en fabrique une réserve hydrocarbonée, un glycogène, en le combinant à son tissu, puis le décompose à l'intérieur même de sa cellule. Mais elle ne décompose ce glycogène qu'à la condition de le reconstituer immédiatement en réabsorbant le sucre qui se trouve autour d'elle. Voilà donc une première période de la vie fermentative de la levûre, celle où elle assimile et désassimile continûment. La cellule est pleine: elle est dans toute l'activité de sa vie.

A cette première période en succède une autre, celle où la levûre, n'ayant plus de sucre à sa disposition, consomme sa réserve hydrocarbonée, son glycogène, sans en reconstituer de nouveau.

Enfin, la levûre arrive à accomplir une troisième période, dite d'autophagie; la cellule maigrit, se remplit de granulations et se déforme, vit sur elle-même et consomme sa cellulose et sa matière grasse.

Les deux premières périodes ne sont pas essentiellement différentes, et il se peut que les produits sécrétés dans les deux cas soient les mêmes; mais ils ne sont certainement pas les mêmes, ou ne sont pas engendrés en quantités semblables, quand s'accomplit la troisième période, dite d'autophagie.

MM. Béchamp, Schutzenberger, Duclaux ont montré que dans cette dernière période il se forme beaucoup d'acide acétique; il se forme également de la leucine et de la tyrosine. Enfin, M. d'Udransky² a récemment émis l'opinion que la glycérine elle-même prenait naissance pendant l'autophagie.

On voit alors combien cette question est déli-

cate, puisque la nature et la proportion des produits sécrétés dépend de la période de la fermentation à laquelle on considère la levûre. Elle n'est cependant pas insoluble et pourra être éclaircie le jour où l'on parviendra à faire fermenter, à l'abri de toute contamination, par une levûre pure de race, une assez grande quantité de solution sucrée, préalablement stérilisée, et où l'on parviendra à séparer nettement les produits sécrétés à chacune des périodes que nous venons de distinguer.

III

Nous avons supposé, dans les considérations qui précèdent, que la levûre, végétant dans un milieu sucré, était de race pure, c'est-à-dire représentait une colonie de cellules, née d'une cellule unique. Mais ce n'est pas avec cette homogénéité que se présentent les cellules qui président soit à la fabrication du vin, soit à la fabrication de l'alcool, soit même souvent à la fabrication de la bière. On n'introduit pas dans la vendange des levûres cultivées, et ce sont les organismes déposés sur la grappe qui entrent en évolution, les plus nombreux et les plus vigoureux prenant le pas sur les plus faibles. Le procédé qui consiste à ajouter au raisin une levûre déterminée pour communiquer au vin un goût et un arôme rappelant le goût et l'arôme du vin dont elle provient, n'est pas encore, malgré les travaux de MM. Rommieu, Martinand et Rietch, Marx, Jacquemin, etc., passé dans la pratique industrielle. C'est dans la brasserie que l'on se rapproche le plus des conditions énoncées plus haut, puisque l'on ensemente dans la cuve soit un levain purifié des ferments de maladie, soit même un levain provenant de la reproduction d'une seule cellule. Enfin c'est avec une pureté extrêmement variable que l'on voit se présenter les levains de distillerie; suivant l'importance plus ou moins grande de la distillerie, suivant le soin plus ou moins attentif que l'industriel apporte à sa fabrication, on voit les levains contaminés à différents degrés par les organismes étrangers.

A côté des *Saccharomyces* (*Cerevisia*, *ellipsoïdeus*, *Pastorianus*, *exiguus*, *conglomeratus*, *minor* Engel, *Marzianus*, *levûre de Roux*, *levûre caséuse*, etc.), se rencontrent des organismes possédant la fonction alcoolique également, étrangers cependant à la classe des *Saccharomyces*, en ce sens qu'ils sont incapables de former des endospores (*Sacch. exiguus*, *Torula*, *levûre de Duclaux*, *Mucor circinnelloides*, etc.); se rencontrent également des bactéries (ferment lactique, butyrique, bactérie de la fermentation visqueuse, etc.), des mycodermes (*Mycoderma Vini*, *Bacterium Aeti*, *Bacterium Pastorianum*); se rencontrent enfin des moisissures (*Botrytis cinerea*, *Penicillium glaucum*, *Eurotium*, *Dematium pullulans*, *Mucor*

¹ Annales de l'Institut Pasteur, 1891, 113.

² Bulletin Soc. chim., 1890, p. 471.

racemosus, *Mucor Mucedo*). Tous les *Saccharomyces*, dont les actions sont parallèles pendant la fermentation, vont-ils donner les mêmes produits? Tous les organismes de maladie, *Torula*, bactéries, mycodermes, moisissures, ne vont-ils pas, au cours d'une fermentation industrielle, superposer leur action? C'est dans cet ordre d'idées que nous avons entrepris une expérience¹ qui a consisté à rechercher si, au cours d'une opération industrielle, le moût contenait, par rapport à l'alcool formé, moins d'alcools supérieurs au commencement qu'à la fin de la fermentation. Si les alcools supérieurs sont les produits de la vie d'êtres microscopiques étrangers à la levûre proprement dite, au *Saccharomyces* prédominant, la proportion des alcools supérieurs doit augmenter au moment où la fermentation touche à sa fin, c'est-à-dire au moment où la levûre a terminé son œuvre et où les organismes étrangers dont la vie a été, au début, étouffée, reprennent leur activité.

C'est, en effet, à cette conclusion qu'a abouti le dosage des alcools supérieurs dans des fractions de moût prélevées à la cuve à différents moments de la fermentation. Si, après avoir fait ce dosage, on rapporte la quantité d'alcools supérieurs, formés à chaque période, à l'alcool brut produit pendant le même temps, on obtient les chiffres suivants :

	Alcools supérieurs % de l'alcool formé
I. — Pendant les 14 premières heures....	0,36
II. — Entre la 14 ^e et la 20 ^e heure.....	0,54
III. — Entre la 20 ^e et la 38 ^e heure (fermentation terminée).....	0,88
IV. — 24 heures après la fermentation terminée.....	14,07

C'est à une conclusion identique que nous a conduit encore le dosage des alcools supérieurs dans des moûts dont la fermentation avait eu lieu dans des conditions différentes d'activité². Chaque fois que la fermentation a été spécialement active, dans le cas, par exemple, où l'on a ensemencé la cuve avec une grande quantité de levûre, dans le cas où l'on a ajouté au moût de la drêche (drêche, qui, d'après M. Delbruck, produit une aération continue de la levûre, en ramenant celle-ci sans cesse à la surface de la cuve), on a vu la teneur normale en alcools supérieurs diminuer dans une notable proportion. Or, cette activité communiquée artificiellement au moût qui fermente, correspond à un développement plus énergique de la levûre vraie, et à un dépérissement des organismes étrangers :

	Alcools supérieurs formés par litre d'alcool
Fermentation de moût clair avec quantité suffisante de levûre.....	5,29
Fermentation de moût clair avec quantité exagérée de levûre.....	3,96
Fermentation de moût clair additionnée de drêche, avec quantité suffisante de levûre.....	4,70

Ces organismes étrangers, peut-être même ces levûres étrangères au *Saccharomyces* prédominant qui sécrètent la grande quantité d'alcools supérieurs que l'on trouve dans les moûts fermentés, sont encore à découvrir. La question a déjà fait un grand pas; M. Perdrix¹ a en effet décrit récemment une bactérie (le bacille amylozyme) qui a la propriété singière d'attaquer l'amidon et de produire aux dépens de celui-ci une quantité d'alcool amylique qui représente 50 % environ du produit décomposé.

La présence des organismes étrangers dans les moûts n'influe pas seulement sur la production des alcools supérieurs : elle influe également sur la production des bases dont nous avons parlé plus haut.

Quand on recherche ces bases dans les produits alcooliques commerciaux, comme nous l'avons fait il y a quelques années², on remarque que ceux qui en renferment le plus, sont d'abord les flegmes de mélasses; or, les mélasses sont peuplées, au moment où elles arrivent à la distillerie, de colonies nombreuses de bactéries; viennent ensuite les eaux-de-vie de vin, de cidre, de marcs, dont l'alcool a été produit en présence de tous les organismes déposés primitivement sur la grappe. Les flegmes de betteraves, obtenus dans les distilleries agricoles au moyen de levains très impurs, en contiennent encore; les flegmes de grains, à la production desquels est intervenue une levûre cultivée et soignée, n'en renferment que des quantités insignifiantes; on se trouve donc autorisé à conclure que là encore, comme dans le cas des alcools supérieurs, la majeure partie des bases a été fournie par les organismes étrangers à la levûre.

IV

Les divers composés, que l'on rencontre dans les produits alcooliques industriels, sont dus, comme nous l'avons indiqué, soit à la fonction vitale de la levûre, soit à l'action décomposante qu'elle exerce sur le sucre, soit enfin au développement d'organismes étrangers. Il est encore d'autres composés comme le furfurole, que l'on a fait figurer à tort dans les produits de la vie de la levûre. Nous avons fait voir que ce furfurole³, dont on constate la présence dans les eaux-de-vie, dans les alcools de grains travaillés à l'acide, dans les flegmes de mélasses, obtenus en présence du grain, a pour origine soit la torréfaction des matières organiques au cours de la distillation, soit l'action spéciale des acides minéraux sur l'enveloppe des grains au cours de la saccharification. Les flegmes de grain saccharifiés à la diastase, les flegmes de

¹ Annales de l'Institut Pasteur 1891, p. 286.

² C. R. CVI, p. 421.

³ C. R. CXI, p. 236.

betteraves, de pommes de terre, distillés à la vapeur, ne contiennent pas de furfural. Le furfural doit donc être rayé des produits de la fermentation alcoolique.

V

Nous venons de voir quelle était l'origine probable des produits secondaires (et sous ce nom nous désignons tous les produits formés en petite quantité à côté de l'alcool et de l'acide carbonique). Une double question industrielle se trouve dès lors être la conséquence de ce que nous venons d'exposer. Peut-on éviter la formation de ces produits secondaires? Y a-t-il intérêt à l'éviter?

A la première question nous répondrons qu'en donnant à la fermentation toute son activité, en ensemençant les mûts avec des levains purs ou des levains protégés contre le développement des ferments étrangers par l'addition de sous-nitrate de bismuth (M. Gayon), d'acide fluorhydrique (M. Eifront), on peut diminuer sensiblement la proportion des alcools supérieurs, des bases, peut-être aussi celle d'autres impuretés; mais on ne saurait, en aucun cas, en éviter la formation, car, même en admettant l'exactitude de l'équation de Gay-Lussac en ce qui touche la décomposition du sucre par la levûre, tant que celle-ci est à sa première période, et n'est pas encore obligée de consommer ses réserves, on ne peut éviter que la levûre ne vive et ne se reproduise, éviter qu'elle n'accomplisse sa période d'autophagie, et ne sécrète par conséquent les produits nécessaires, qui résultent de l'accomplissement de ses actes biologiques.

La seconde question sollicite une réponse, qui ne peut être d'un ordre aussi général que la première; car la fermentation est l'opération capitale de plusieurs industries et chacune de ces industries possède des intérêts différents.

Il va sans dire que l'industrie de la distillerie, qui se propose de fabriquer au moyen des betteraves, des pommes de terre, des mélasses, des grains, un alcool absolument pur, neutre au goût et à l'odorat, doit se mettre dans les meilleures conditions pour éviter la formation des aldéhydes, des alcools supérieurs, etc. Moins le flegme, c'est-à-dire l'alcool brut provenant de la première distillation, contient d'impuretés, moins la perte est grande à la rectification. Le levain devra être aussi pur que possible, et la cuve, aussitôt après la fermentation terminée, devra, si l'on veut arrêter la production des alcools supérieurs, être passée à la colonne distillatoire.

Le brasseur est obligé de faire usage également de levains très purs, et cela pour éviter non pas les produits secondaires, mais la présence dans

ces levains d'organismes de maladie, qui viendraient, une fois la fermentation achevée, troubler la bière, la rendre amère, acide, filante, etc...

Les mêmes précautions ne sauraient être prises quand on se propose de fabriquer du vin, du cidre, des eaux-de-vie. Les raisins sont foulés, les pommes sont écrasées, et le jus entre en fermentation sous l'action des organismes dont la grappe était recouverte. De nombreux composés se forment, de l'aldéhyde, des éthers, etc., qui tous viennent donner au liquide alcoolique un bouquet déterminé. Le vin et le cidre subissent la fermentation complémentaire, et, pendant cette fermentation secondaire, des alcools supérieurs se produisent. L'alcool amylique, par exemple, qui, à l'état isolé, possède une odeur désagréable, peut, dilué convenablement dans l'alcool, communiquer à celui-ci un arôme qui n'est pas à repousser. Pendant cette fermentation complémentaire les alcools s'éthérifient et l'on sait que les éthers amyliques sont très parfumés. Ces bouquets se retrouvent alors dans l'alcool distillé, et les eaux-de-vie de vins, de cidres, possèdent un arôme dont il est superflu de faire l'éloge.

Les eaux-de-vie de marc, dont le goût est recherché par un certain nombre de consommateurs, renferment une forte proportion d'alcool amylique, dont l'origine est certainement due à ce que les mares de la vendange ont séjourné longtemps au contact de l'air avant d'être distillés, et à ce que les ferments étrangers, producteurs d'alcool amylique, ont eu le temps de se développer. Dans ce cas encore comme dans le cas de la fabrication du vin, du cidre et des eaux-de-vie correspondantes, il faut favoriser la formation des produits secondaires de la fermentation alcoolique, puisque ce sont eux qui donnent à ces liquides leur cachet particulier.

Les hygiénistes se sont préoccupés, dans ces dernières années, de la présence, dans les liqueurs fermentées, de ces produits secondaires, et ils ont attribué à leurs propriétés nocives les nombreux cas d'alcoolisme que les médecins constatent chaque jour. Mais il est facile, en s'appuyant sur la discussion qui précède, de démontrer que les alcools consommés aujourd'hui, et qui sont des alcools d'industrie transformés artificiellement en eaux-de-vie, contiennent beaucoup moins d'impuretés toxiques que les eaux-de-vie naturelles dont on faisait usage autrefois. C'est à une autre cause, qui échappe entièrement à la discussion scientifique, c'est à l'accroissement de la consommation de l'alcool qu'il faut attribuer l'accroissement de l'alcoolisme.

L. Lindet,

Professeur à l'Institut national agronomique.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1^{re} Sciences mathématiques.

Madamet (A.), *Directeur de l'Ecole d'application du Génie Maritime. — Résistance des Matériaux*, un volume in-4^o de 486 pages et 326 figures dans le texte. (20 fr.) E. Bernard et C^{ie}, éditeurs, 53 ter, quai des Grands-Augustins, Paris, 1891.

Le nom de M. Madamet est bien connu de tous les mécaniciens; il est un des rares savants qui font, en France, de la Mécanique appliquée; à la fois professeur et ingénieur, il joint aux connaissances mathématiques du théoricien, une expérience consommée des choses de la pratique; les divers ouvrages qu'il a publiés présentent ce caractère très net d'être écrits par un ingénieur pour des ingénieurs.

C'est ce qui a déterminé le succès de ses volumes précédents et, en particulier, de celui qu'il a fait paraître sur la Thermodynamique; c'est ce qui fera, nous n'en doutons pas, le succès de son nouvel ouvrage sur la Résistance des matériaux.

Cette science de la résistance des matériaux, si importante par ses applications, ne peut s'appuyer que sur l'expérience et ne saurait, quoi qu'on en ait dit, trouver une base suffisante dans des théories mathématiques pures. Très voisine, par la nature des problèmes qu'elle traite, de l'Elasticité, elle en diffère complètement par le but qu'elle vise; celle-ci est une science abstraite, à deductions rigoureuses, utilisant toutes les ressources de l'Analyse et qui, après avoir accepté l'hypothèse fondamentale de la proportionnalité des forces moléculaires aux déformations correspondantes, ne se départ plus, pour les quelques problèmes qu'elle peut à border, de la plus entière rigueur; celle-là, au contraire, n'a aucun souci des solutions tout à fait exactes et ne cherche, ce qui est fort différent, que des solutions suffisamment approchées. Bien assurée d'avance que les formules rigoureuses sont impossibles à obtenir, convaincue d'ailleurs que si on y arrivait, elles seraient inapplicables par leur complication même, elle se résigne à n'avoir que des formules approximatives et leur demande simplement de ne pas trop s'écarter des résultats.

On peut aisément, par un mot, caractériser cette différence de but entre l'Elasticité et la Résistance des matériaux: la première est une science de Savants et la seconde, une science d'Ingénieurs. La Résistance, d'ailleurs, a, sur certains points, un champ plus vaste que celui de l'Elasticité: l'étude des modes de rupture des divers corps, la manière dont ces corps se comportent lorsque la limite d'élasticité a été dépassée, sont autant de questions capitales dans la pratique, dont l'Ingénieur ne saurait se désintéresser et sur lesquelles la théorie ne peut fournir encore aucune lumière.

C'est ce qu'a bien compris M. Madamet; préoccupé avant tout d'indiquer aux constructeurs des règles simples et sûres, leur évitant tout mécompte dans les applications, il a pris tout d'abord pour premières bases de son Traité un certain nombre de faits dus à l'expérience; il s'est attaché ensuite à donner une analyse aussi complète que possible des phénomènes étudiés, de manière à déterminer le sens précis des formules obtenues, à connaître leur degré d'exactitude, à fixer les limites dans lesquelles elles sont applicables et à mettre ainsi le lecteur en garde contre les conclusions exagérées qu'on pourrait en tirer.

Tout en donnant de la sorte à son ouvrage un caractère pratique, qui en constitue le grand mérite et le haut intérêt, M. Madamet ne s'est pas privé toutefois des enseignements que pouvait lui fournir la théorie

mathématique de l'Elasticité et, sans entrer dans des développements analytiques que ne comporte pas un Traité destiné à des praticiens, il a su mettre à profit les savants travaux de Navier, de de Saint-Venant et de Clebsch pour la résistance des plaques et la torsion des prismes.

Dans le même ordre d'idées il a eu soin de prendre pour base de la théorie de la résistance composée, c'est-à-dire de la résistance des pièces soumises à plusieurs genres d'efforts, la considération des écarts-molécules, qui en est jusqu'ici le fondement le plus certain.

Nous ne saurions trop recommander cet ouvrage à tous ceux qui ont à mettre en œuvre des matériaux; comme esprit, comme méthode, comme exposition, il est remarquable; très sobre de détails et cependant très complet, il nous paraît à tous égards digne de la signature qu'il porte; c'est le plus bel éloge que nous en puissions faire.

H. LÉAUTÉ

de l'Académie des Sciences.

Brillouin (Marcel). — *Recherches récentes sur diverses questions d'Hydrodynamique. Première partie: Tourbillons* (2 fr. 50). Gauthier-Villars et fils, 55, quai des Grands-Augustins, Paris, 1891.

La première partie de cet ouvrage a seule paru. Elle est relative aux tourbillons et a été déjà publiée dans les *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*. M. Brillouin fait un exposé très serré et très clair des travaux de Stokes, Helmholtz, Thomson, Kirchhoff, Maxwell, etc. sur le mouvement tourbillonnaire (*vortex motion*) dans les fluides parfaits, puis des expériences effectuées sur le même sujet, notamment par J.-J. Thomson et Nerval. Il est difficile de faire une analyse sommaire de cette première partie de l'ouvrage de M. Brillouin qui est elle-même un résumé fort concis de mémoires nombreux et étendus. Il faut signaler, comme partie originale, le chapitre qui termine le volume: la célèbre théorie des atomes-tourbillons, de sir W. Thomson, y est exposée et discutée avec la clarté et l'originalité de vues que les lecteurs de la *Revue* ont déjà pu apprécier dans les articles de M. Brillouin.

G. CHAPRY.

Legros (Le Commandant). — *Éléments de photogrammétrie. Application élémentaire de la photographie à l'architecture, à la topographie, aux observations scientifiques et aux opérations militaires* (5 fr.). Société d'Éditions scientifiques, 4, rue Antoine-Dubois, Paris, 1891.

C'est dans une très bonne pensée que ce livre a été écrit sous une forme peut-être un peu sévère pour arriver à tous les amateurs de vues photographiques; mais cette apparence didactique ne fait que recouvrir un solide traité de perspective à l'usage de ceux qui font du paysage et qui manquent souvent des notions les plus élémentaires sur ce sujet important. C'est même ce qui fait que, pour bien des gens, la photographie n'est qu'un procédé, tandis que, rationnellement conduite, elle peut être et est certainement un art.

Le livre du Commandant Legros est fait pour la pousser dans cette voie en indiquant une de ses plus solides pierres de fondation.

L'auteur ne mérite que des félicitations; mais les éditeurs doivent se pénétrer de l'idée que la lecture des ouvrages photographiques ne peut que gagner à être aidée par de beaux caractères et des figures bien faites; il sera facile de remédier, dans une édition nouvelle, à ces petits défauts de la première.

Alphonse BERGET.

2° Sciences physiques.

Dwelschauvers-Dery (F.-V.) *Grundlage einer neuen Methode der Schallstärkemessung (Fondements d'une nouvelle méthode pour la mesure de l'intensité du son)*. Thèse de l'Université de Leipzig. C. Wilt, Leipzig et Baden-Baden, 1891.

Deux méthodes ont été proposées jusqu'ici pour la mesure des oscillations de l'air; la plus immédiate consiste à enregistrer le mouvement transmis à une membrane; la seconde est fondée sur une action observée d'abord par Lord Rayleigh, et qui consiste en ce qu'un disque suspendu dans un ventre d'oscillation tend à se placer perpendiculairement à la direction de la propagation. Cette action, qui serait inexplicable si l'on admettait que tous les éléments du disque sont frappés également par les molécules de l'air, est due en entier à des déviations des filets au voisinage du disque, autrement dit à des remous. On conçoit que ce phénomène est presque inaccessible à l'analyse, et que le premier pas doit consister à examiner par l'expérience ce qui se passe dans le cas, plus simple, d'un courant d'air; ici, l'action est encore complexe, mais elle atteint un régime qui n'a pas le temps de s'établir dans le cas d'oscillations acoustiques.

M. Dwelschauvers-Dery, partant d'une équation démontrée par Thomson et Tait, est conduit, pour le cas d'un disque frappé à 43° par un fluide animé d'une vitesse constante, à l'expression suivante de l'angle de déviation :

$$\varphi = \frac{4}{3} \mu \frac{a^3}{R} w^2$$

μ représente la densité du fluide, w sa vitesse, a le diamètre du disque, R le moment qui cherche à ramener le disque à sa position d'équilibre, c'est-à-dire à 43° de la direction du courant.

Dans un tube de 44 mm. de diamètre, on suspend un disque amené à 43° de l'axe, au moyen d'un aimant faisant partie de l'équipage; puis on fait passer un courant d'air dont la vitesse moyenne se calcule par l'évacuation d'un gazomètre; cette vitesse est supposée constante dans toute la largeur du tube; les déviations sont lues par la méthode de Poggenдорff.

Les vitesses employées variaient entre 0,445 et 3,560 cm par s; les diamètres des divers disques, étaient de 1,42 1,68 2,08 cm.

Les résultats des expériences faites sur l'air sont les suivants : les déviations observées sont plus fortes que les déviations calculées par la formule, et la loi empirique relative aux vitesses donne un accroissement d'action plus faible que celui du carré; la loi des diamètres est assez bien vérifiée.

Des expériences comparatives faites avec un courant d'eau fournissent des déviations beaucoup plus faibles que la formule n'indiquerait; la loi du carré donne aussi des résultats croissant beaucoup trop rapidement (au moins entre 0,1 et 1,0 cm par s), et la relation entre le diamètre et l'action indique une proportion moindre que celle du cube.

Ces expériences, intéressantes à plus d'un point de vue, montrent la complexité du phénomène et la nécessité de rechercher les relations empiriques soit dans le cas d'une surface exposée à un courant d'air, soit pour la mesure des ondes sonores.

Ch.-Ed. GUILLAUME.

Duclaux (E.), *de l'Institut*. — *Cours de Physique et de Météorologie, professé à l'Institut agronomique*. Un volume in-8° de 500 pages avec 175 figures, (7 fr.) — A. Hermann, 8, rue de la Sorbonne, Paris, 1891.

Autrefois on avait coutume de faire suivre les traités de Physique d'un court chapitre consacré à la Météorologie. Cette dernière science a pris, depuis vingt ans, un tel développement qu'il devient impossible d'en

indiquer en appendice même les premiers rudiments. Ses procédés exigent aussi qu'on la traite à part, car, s'il faut voir, avec M. Duclaux, dans la Météorologie une application de la Physique, c'est à la condition de ne point comprendre cette application dans le sens d'une simple déduction : on ne construit pas la Météorologie avec des données uniquement tirées de l'Hygrométrie, de la Thermodynamique, de l'Électricité, etc. : pour l'établir, l'observation positive des phénomènes naturels est d'abord nécessaire; c'est seulement après avoir établi les faits, qu'il convient d'en chercher l'explication dans la Mécanique générale et la Physique.

Les lois de cette dernière science devant être constamment présentes à l'esprit du météorologiste, c'est à elles que M. Duclaux a consacré la première partie de son livre. Cette partie est de beaucoup la plus courte, le but de l'auteur étant, non d'écrire un traité de Physique pénétré des vues nouvelles qui se font jour dans la science, mais d'enseigner à de futurs agriculteurs, plus préoccupés de pratique que de théorie, les principes fondamentaux, éprouvés et indiscutés, le minimum de faits physiques, requis pour aborder les études météorologiques. Le caractère volontairement élémentaire de cette exposition ne l'a pas empêchée d'être magistrale : on n'y trouvera ni longs calculs, ni formules compliquées, mais, sous une forme lumineuse, les idées que les formules expriment.

L'actinométrie et l'hygrométrie, quelques phénomènes astronomiques aussi, ont été, en raison de leur importance pour la physique du globe, l'objet de développements particuliers.

La partie météorologique comprend notamment la circulation générale de l'air et des eaux, les lois des tempêtes, la distribution de l'humidité dans l'atmosphère, celle des pluies et de la température à la surface de la Terre. M. Duclaux s'est efforcé de ramener tous ces phénomènes à une cause unique : l'inégalité d'échauffement de régions voisines. « L'inégalité, dit-il, est introduite, sur terre, par la distribution des continents et des mers, et, dans l'atmosphère, par les inégalités dans la proportion et la distribution de la vapeur d'eau. »

En attendant qu'une multitude d'observations sur toute la surface du globe permettent de rattacher effectivement à cette explication générale l'interprétation de tous les phénomènes météorologiques, M. Duclaux a pris soin de décrire les plus importants, insistant sur les circonstances les mieux connues de leur production. Les phénomènes électriques, encore peu débrouillés et, à l'heure actuelle, dépourvus d'application agricole, ont été passés sous silence. Peut-être, cependant, eût-il été intéressant de discuter la question soulevée par des expériences célèbres de M. Berthelot au sujet de la fixation directe de l'azote atmosphérique par les plantes sous l'influence de faibles différences de potentiel. Mais M. Duclaux ne s'est pas proposé de traiter tous les problèmes qui se posent en Météorologie : il a voulu apprendre à ses élèves, parmi les faits dominants de la science, ceux dont la connaissance leur sera pratiquement le plus utile; il a surtout appelé leur attention sur ce grand œuvre de la météorologie, — chimère d'aujourd'hui, vérité de demain, — qu'on appelle la prévision du temps. Le peu que l'on sait, — ou plutôt l'ensemble des documents déjà assez nombreux, mais encore incohérents que l'on possède à ce sujet, — est décrit dans son livre avec une verve entraînante. Ce n'est pas que l'auteur dissimule les difficultés, les lacunes, actuellement énormes de la science. « J'ai essayé partout d'être clair, déclare-t-il dans sa préface, mais je ne veux pas dire que j'ai partout vu clair. »

Un grand nombre de cartes d'isobares et d'isothermes, choisis comme types, ajoutent à l'intérêt de cet attrayant ouvrage de science vulgarisée, mais non vulgaire.

L. O.

Lévy (Lucien). — *Contribution à l'étude du titane.* Thèse pour le doctorat présentée à la Faculté des Sciences de Paris. Gauthier-Villars et fils, 55, quai des Grands-Augustins, Paris, 1891.

Malgré les nombreuses recherches effectuées sur le titane, depuis que Sainte-Claire Deville et Wöhler ont isolé cet élément, un certain nombre de ses propriétés ne sont pas suffisamment connues. Le travail de M. Lévy vient combler dans l'histoire de ce corps, d'importantes lacunes :

1° *Recherches sur le titane cristallisé.* Le titane cristallisé, que l'on n'avait pas encore obtenu, a été produit par M. Lévy dans l'action du chlorure de titane sur le titane, le magnésium, l'étain et le silicium. Ce dernier corps donne les meilleurs résultats et conduit néanmoins à des rendements très faibles.

L'action dissolvante de l'aluminium en fusion sur le titane amorphe a donné naissance à un alliage défini de titane et d'aluminium.

2° *Composés dérivés de l'acide titanique.* Dans cette deuxième partie, M. Lévy reprend l'étude du peroxyde de titane obtenu par l'action de l'eau oxygénée sur la solution sulfurique d'oxyde de titane, sur lequel on avait des renseignements contradictoires. Il établit que le composé est très instable et se décompose facilement pendant le lavage; l'action de l'eau oxygénée est lente, de sorte que le précipité obtenu au bout d'un temps insuffisant est un mélange d'oxyde per-titanique et d'acide titanique; enfin cet oxyde per-titanique ne posséderait pas la fonction acide. M. Lévy indique ensuite des procédés de préparation de plusieurs titanates métalliques.

3° *Composés dérivés du chlorure de titane.* Une série de composés de l'acide titanique avec les phénols sont obtenus par l'action du chlorure de titane sur ces phénols. L'action du chlorure de titane sur l'acide phénylsulfureux donne le sulfoconjugué du titanate de phénol.

4° *Etude du titane au point de vue analytique.* Les composés de l'acide titanique avec les phénols sont fortement colorés. On obtient également des colorations très nettes par l'action de l'acide titanique sur certains alcaloïdes; ces réactions colorées peuvent servir à caractériser le titane et à le distinguer en particulier du niobium.

Enfin M. Lévy étudie les différents modes de dosage du titane et l'influence qu'exerce la présence de corps étrangers.

G. CHARPY.

3° Sciences naturelles.

Hegler (Robert). — *Histochemische Untersuchungen verholzter Membranen.* (Recherches histochimiques sur les membranes lignifiées); avec une planche, Flora, 1891; Heft 1.

Parmi les réactifs employés en histologie pour mettre en évidence la présence de la lignine dans la membrane cellulaire, on peut citer la solution chlorhydrique de phloroglucine, la résorcine, etc., dont l'action se traduit par diverses colorations.

L'auteur introduit dans la technique des tissus lignifiés deux nouveaux réactifs très sensibles, savoir, la thalline (tétrahydro-p-chinanisol) et la *toluène-diamine*.

1. — La thalline est employée sous la forme de sulfate, en dissolution concentrée hydro-alcoolique. Les coupes soumises à l'observation sont d'abord plongées dans l'alcool, puis amenées au contact du réactif; plus l'action se prolonge, plus la coloration orange-rouge des membranes lignifiées est belle; les membranes celluloseuses ou subérisées ne se colorent d'aucune manière.

Divers auteurs ont montré que les membranes lignifiées sont constamment pourvues de conférine, glucoside qui donne facilement, comme l'on sait, de la vaniline. Partant de là, M. Hegler a éprouvé directement son réactif, en opérant soit sur du coton imprégné d'une

solution de conférine ou de vaniline, soit sur ces solutions elles-mêmes. Lorsqu'on mélange une solution alcoolique de vaniline à une solution de sulfate de thalline, en ajoutant un peu de chloroforme, on obtient, après évaporation de ce dernier liquide, un corps oléagineux orangé qui abandonne plus tard des lamelles cristallines. En faisant le même essai avec une solution de conférine, il ne se produit aucune réaction colorée.

2. — Le *toluène-diamine* s'emploie en solution aqueuse concentrée, additionnée d'une petite quantité d'acide chlorhydrique. Au contact de ce réactif les membranes lignifiées se colorent en orange-foncé, et cette teinte est beaucoup plus nette et plus stable que celle donnée par l'aniline et la naphtylamine. La réaction se produit même au début de la lignification; elle a lieu aussi bien en présence de la vaniline que de la conférine.

3. — L'auteur a appliqué ces deux réactifs à un grand nombre de plantes, en comparant les résultats obtenus à ceux que donne la solution de phloroglucine dans l'acide chlorhydrique; cette dernière agit, comme le *toluène-diamine*, à la fois sur la conférine et sur la vaniline.

Les différences observées avec chacun de ces réactifs tiennent à ce que les membranes faiblement lignifiées renferment beaucoup de conférine et peu de vaniline, tandis que les membranes fortement lignifiées sont abondamment pourvues de ce dernier principe.

4. — Passant ensuite à l'étude de l'origine physiologique de la vaniline dans les membranes lignifiées, l'auteur rappelle que Thiemann a déjà montré que les diastases, par exemple l'émulsine, hydratent la conférine à environ 30 degrés et la déboulent en glucose et alcool conférylique; qu'ensuite cet alcool donne naissance par oxydation à la vaniline. M. Hegler a repris cette question. Une solution aqueuse de conférine à 0,51 %, additionnée d'émulsine et de deux centièmes de chloroforme, est exposée à la température de 40°. Le chloroforme empêche le développement des ferments organisés, mais n'agit nullement sur la diastase. Or la réaction précédemment indiquée se produit très nettement. Il en est de même avec la levure de bière.

On peut ainsi admettre que la vaniline des membranes lignifiées âgées procède d'un déboullement de la conférine, déboullement qui lui-même résulte d'une action diastatique, d'origine protoplasmique.

Un argument, en faveur de cette manière de voir, tiré de la structure anatomique, résulte de ce que dans le bois d'une tige la réaction de la conférine diminue à mesure que l'on s'approche de la moelle, tandis que celle de la vaniline s'accuse de mieux en mieux; or c'est le bois le plus jeune qui occupe la périphérie du corps ligneux.

5. — On peut encore employer avantageusement pour ces recherches histochimiques la solution hydro-alcoolique de thymol additionné de sulfate de thalline. Dans le *Nerium oleander* par exemple, cette solution colore en bleu verdâtre le bois jeune dépourvu de vaniline, mais riche en conférine; en vert foncé, puis en vert pur le bois de parties plus âgées dont les membranes sont imprégnées de vaniline. Du reste, dans une seule et même coupe ces différences se trouvent mises en évidence pour le bois externe et pour le bois interne.

Er. BELZUNG.

Simon (Eugène). — *Observations biologiques sur les Arachnides* (Voyage de M. E. Simon au Venezuela — décembre 1887-avril 1888). — 11^e Mémoire des Annales de la Société entomologique de France, Paris, 1891.

Les Annales de la Société entomologique de France s'adressant à un public très spécial, on nous saura gré de signaler ici les *Observations biologiques sur les Arachnides* que M. E. Simon vient d'y insérer. L'auteur les a prises sur le vif au cours d'un voyage au Venezuela (décembre 1887-avril 1888), pendant lequel il a d'ailleurs

recueilli des collections zoologiques fort intéressantes¹.

Les Araignées étudiées par M. Simon sont *sociables*. Le fait est d'autant plus remarquable que, suivant l'expression même de l'auteur : « L'Araignée est le type de l'animal solitaire, jaloux de profiter seul de son travail ; quand deux individus d'une même espèce viennent à se rencontrer, il en résulte généralement un combat qui finit par la mort de l'un des adversaires et l'on sait que, dans certains genres, le mâle n'échappe pas toujours à la voracité de la femelle, quand il s'en approche pour l'accouplement. »

« Il y a cependant des degrés dans cette sauvagerie ; à l'approche de l'hiver, un grand nombre de Clubionides établissent leurs coques sous la même écorce ; certains Attides, comme les *Heliophanus*, les *Evophrys*, les *Icius*, placent souvent la leur côte à côte, sous la même pierre, etc... Mais ces rapprochements fortuits, indices d'un caractère moins féroce de certaines espèces, ne peuvent passer pour de véritables associations. » Celles-ci n'avaient été signalées que dans les régions tropicales de l'Amérique du Sud ; encore avaient-elles été révoquées en doute.

M. Simon a observé au Venezuela divers cas de sociabilité chez des espèces se rapportant à plusieurs familles. Cette sociabilité présente différents degrés : elle est tantôt temporaire et limitée à l'époque de la reproduction. Ce cas se présente chez l'*Epeira Bandelieri* E. Sim. Habituellement cette espèce « ne paraît pas différer par ses mœurs des Epeires ordinaires ; sa toile est normale et individuelle, mais au moment de la ponte, plusieurs femelles se réunissent pour construire en commun, dans un buisson, une grande coque de tissu jaunâtre et laineux, dans laquelle elles s'enferment pour pondre et fabriquer leurs cocons. » — « Nous avons ouvert, ajoute M. Simon, plusieurs de ces coques renfermant jusqu'à 10 cocons et 5 ou 6 femelles partageant les soins de la maternité. »

« La sociabilité est tout à fait complète chez *Anelosimus sociatis* E. Sim., de la famille des *Theridiidae* ; plusieurs centaines, souvent plusieurs milliers d'individus de cette espèce, se réunissent pour filer une toile légère et transparente, mais de tissu serré et analogue à celui des toiles d'*Agelenes* ; cette toile est de forme indéterminée ; elle atteint parfois de grandes dimensions et peut envelopper un Cafier tout entier. Au premier abord, cette immense toile rappelle plutôt le travail de chenilles sociables que celui d'une Araignée.... Les Araignées s'y promènent librement, se rencontrent en se palpan comme feraient des Fourmis avec leurs antennes et se mettent quelquefois à plusieurs pour dévorer une proie un peu volumineuse. »

« Le troisième type d'association que nous avons observé chez l'*Uloborus republicanus* E. Sim. est de beaucoup le plus parfait, car il offre sur la même toile un travail commun auquel contribuent tous les associés, en même temps qu'un travail individuel propre à chacun d'eux. — Plusieurs centaines d'*Uloborus* vivent ensemble ; ils filent entre les arbres une toile immense, formée d'un réseau central assez serré sur lequel se tiennent côte à côte beaucoup d'individus des deux sexes, mais principalement des mâles ; ce réseau est suspendu par de longs fils, divergeant dans toutes les directions et prenant attache sur les objets environnants. Dans les intervalles des mailles, formées par ces grands fils, d'autres *Uloborus* tissent des toiles orbiculaires, à rayons et à cercles, qui ne sont alors habitées que par un seul individu. On peut voir de temps en temps une Araignée se détacher du groupe central pour chercher dans les câbles supérieurs un endroit propice à la fabrication de sa toile orbiculaire. »

¹ L'étude de ces collections, réparties entre un grand nombre de spécialistes, a déjà donné lieu à la publication de plusieurs mémoires insérés dans les *Annales de la Société entomologique de France* (Insectes de divers ordres), et dans les *Mémoires de la Société zoologique de France* (Oiseaux et Mollusques).

« C'est dans le réseau central que doit avoir lieu l'accouplement, autant que nous avons pu en juger par la quantité de mâles qui y étaient réunis. C'est certainement là que s'effectue la ponte. — Celle-ci paraît être presque simultanée pour toutes les femelles d'une même colonie ; à ce moment, les mâles ont disparu, les femelles ont cessé de filer des toiles régulières ; elles se tiennent sur le réseau central, à quelques centimètres les unes des autres, gardant chacune son cocon dans une immobilité complète. — Le cocon est lui-même des plus singuliers et ressemble plus à un débris végétal accidentellement tombé, qu'au travail d'une Araignée. »

Nous ne saurions mieux faire que de renvoyer aux excellents dessins qui complètent fort heureusement les descriptions reproduites en partie ci-dessus. Le texte de M. Simon est en effet accompagné de 4 planches.

— Ajoutons que les espèces qui ont fait l'objet de ses études, sont toutes inédites et que le genre *Anelosimus* est également nouveau. Mais la description de ces formes, toute soignée qu'elle puisse paraître, semblera de médiocre intérêt après la lecture des curieuses et suggestives observations qui précèdent.

JULES DE GUERNE.

4° Sciences médicales.

Féré (Dr Ch.). Les Epilepsies et les Epileptiques, in-8° vii-636 pages, avec 2 planches hors texte. (Prix : 20 fr.) F. Alcan, 108, boulevard Saint-Germain. Paris, 1891.

On ne saurait avoir la prétention d'analyser ici en détail le livre de M. Ch. Féré ; c'est en effet un traité complet de l'épilepsie : description clinique de la maladie, étiologie, anatomie et physiologie pathologiques, traitement, toutes les questions enfin qui se rapportent au sujet, sont passées en revue et traitées longuement. L'analyse physiologique et psychologique des phénomènes épileptiques ne tient cependant que la moindre place dans cet ouvrage ; c'est à la description de la maladie, à l'étude de ses causes et de son traitement que M. Féré s'est spécialement attaché. Le titre même du livre indique en quel esprit il est conçu et quelle est la doctrine de son auteur. « L'épilepsie, dit M. Féré, ne reconnaît pas pour cause une lésion spécifique précise ; il est bien établi, au contraire, que ses diverses manifestations se produisent en conséquence de lésions ou d'altérations fonctionnelles très diverses. L'épilepsie ne doit donc plus être considérée comme une maladie, mais comme un groupe de syndromes, les *épilepsies*, dans lesquelles il faut faire rentrer les *éclampsies*, qui sont en réalité des épilepsies aiguës, et l'épilepsie partielle, qui paraît destinée à éclairer la pathogénie des autres formes. » Ces syndromes peuvent être divisés en quatre groupes principaux : 1° moteurs, 2° sensoriels, 3° viscéraux, 4° psychiques. Ces syndromes ne sont pas d'ordinaire dissociés et se rencontrent de coutume simultanément ou successivement chez un même sujet ; ils peuvent se combiner de manières très différentes ; aussi, bien que les phénomènes épileptiques soient, à tout prendre, toujours les mêmes, y a-t-il en réalité autant d'épilepsies que de malades ou peu s'en faut. Les causes des accidents épileptiques sont extrêmement variées, mais ce ne sont en somme que des causes occasionnelles ; la cause véritable, c'est la prédisposition congénitale, la dégénérescence héréditaire. Plus cette prédisposition est intense, plus étroite est la place qu'il faut faire à l'action de la cause occasionnelle. Dans l'épilepsie dite essentielle, cette action est réduite au minimum, mais dans l'épilepsie partielle ou jacksonienne elle-même, le rôle de la lésion irritante ou de la tumeur est un rôle secondaire ; il n'y a pas de différence profonde entre l'épilepsie vulgaire et l'épilepsie partielle : les accidents convulsifs sont les mêmes dans les deux cas ; mais dans l'épilepsie essentielle ils semblent généralisés d'emblée ; ce n'est au reste qu'une apparence ; en réalité ils se généralisent très rapidement et se généralisent toujours, tandis que dans l'épilepsie jacksonienne, ils se généralisent lentement.

et peuvent se limiter à un groupe de muscles. Dans les deux cas les troubles moteurs ou sensoriels sont d'abord localisés; cela est frappant dans les cas d'épilepsie générale où l'attaque est précédée d'une aura. Les accès incomplets ne diffèrent du grand accès classique, avec convulsions toniques, convulsions cloniques et période de stertor, que par l'intensité et l'extension des spasmes; ils peuvent être accompagnés et suivis de tous les phénomènes accessoires du grand accès. Les vertiges mêmes ne sont que des crises convulsives en abrégé. L'épilepsie aiguë (*état de mal*) et l'éclampsie ne diffèrent l'une de l'autre que par les causes occasionnelles qui en déterminent l'apparition; la description de l'attaque d'éclampsie puerpérale s'appliquerait exactement aux phénomènes que présente un épileptique en état de mal. Dans la plupart des cas, les attaques d'éclampsie apparaissent chez des sujets qui ont des antécédents névropathiques avérés, et très souvent lorsqu'à la suite d'une scarlatine ou d'une grossesse, il se développe des attaques éclamptiques; cette épilepsie aiguë passe ensuite à l'état chronique et se manifeste alors par des attaques isolées d'épilepsie vulgaire. M. Féré montre que c'est à tort que certains auteurs ont attribué récemment un rôle primordial aux maladies infectieuses dans l'étiologie de l'épilepsie; la condition première et presque suffisante, c'est toujours l'hérédité névropathique. M. Féré doute même que les excès d'absinthe puissent suffire à eux seuls à créer de toutes pièces l'épilepsie chez des sujets sains.

Cette conviction que les syndromes épileptiques ne peuvent se développer que chez les prédisposés, l'a amené à relever avec grand soin les stigmates physiques et psychiques de dégénérescence que l'on peut rencontrer chez les malades atteints du mal comitial. Ce qui établit un lien de plus entre les diverses formes d'épilepsie, c'est l'identité des phénomènes d'épuisement qui succèdent aux accès. M. Féré a étudié ces phénomènes consécutifs aux paroxysmes (paralysies, troubles sensoriels, troubles de la nutrition) avec une attention toute particulière. Les troubles de la nutrition, quelle qu'en soit la cause, favorisent le développement de l'épilepsie chez les prédisposés et d'autre part les attaques répétées épuisent les sujets et déterminent chez eux un ralentissement de la nutrition. Les épileptiques ont d'ordinaire en dehors des accès peu de vigueur musculaire et cette vigueur diminue encore, comme M. Féré l'a montré par des expériences dynamométriques précises, dans la période qui suit immédiatement les paroxysmes; il y a chez eux diminution de l'acuité visuelle, diminution de la sensibilité acoustique; leurs réactions volontaires sont plus lentes que celles des sujets normaux; souvent aussi ils présentent des troubles trophiques de la peau. Enfin on sait quelle atteinte profonde portent à l'intelligence des malades les paroxysmes épileptiques qui se produisent à court intervalle, et avec quelle rapidité ceux qui ont à les subir arrivent à la démence.

M. Féré se rallie à la théorie qui attribue à l'épilepsie une origine corticale; il donne un résumé rapide des recherches et des arguments des partisans de cette théorie (Hughlings Jackson, François-Franck, etc.): « L'anatomie pathologique, dit-il, d'accord avec les recherches expérimentales, nous indique que c'est en général dans l'écorce cérébrale qu'il faut chercher la cause anatomique de l'épilepsie... Elle nous apprend aussi que, suivant le mode de début et suivant la prédominance ou la localisation des troubles périphériques, la localisation des lésions de l'écorce présente des variétés assez précises, au moins en ce qui concerne les troubles moteurs. » M. Féré attache une importance spéciale à une variété particulière de sclérose qu'il a été amené à étudier en détail; c'est une sclérose superficielle diffuse, qui est due à une prolifération de la névroglie. Il insiste à plusieurs reprises sur l'analogie qui existe à certains égards entre les lésions de la paralysie générale et celles de l'épilepsie, et surtout sur l'étroite

ressemblance qui unit au point de vue des symptômes les deux maladies. Il a du reste une tendance à élargir le domaine de l'épilepsie: il y fait rentrer à peu près tous les phénomènes convulsifs; ce n'est qu'avec peine qu'il laisse en dehors les tics et même l'hystérie.

M. Féré a consacré six chapitres au traitement; il a spécialement insisté sur l'emploi des bromures et sur le traitement chirurgical en usage dans les cas d'épilepsie partielle; à ses yeux l'intervention chirurgicale est formellement indiquée toutes les fois qu'il y a eu un traumatisme; il donne avec quelques détails le manuel opératoire de la trépanation.

Dans le chapitre consacré à la médecine légale, M. Féré fait preuve d'une très grande réserve. Voici quelles sont ses conclusions: « Le médecin peut, après la constatation de quelques phénomènes somatiques, affirmer l'existence de l'épilepsie. Il doit être plus réservé lorsqu'il s'agit de troubles mentaux qui n'acquiescent de valeur que par leurs accompagnements somatiques. Quant aux accidents qui se sont produits hors de sa présence, il ne peut qu'en accepter la vraisemblance ou la possibilité. C'est au juge compétent qu'il appartient de faire l'application des constatations médicales au texte de la loi. Le médecin n'a pas à intervenir dans l'interprétation légale des faits; la question du libre arbitre et de la responsabilité morale lui échappe complètement. »

Il est inutile de faire l'éloge de ce livre considérable, le nom de M. Féré suffit à le recommander à tous les lecteurs.

L. MARILLIER.

Dmitri de Ott, Professeur de gynécologie à Saint-Petersbourg. — Sur quelques modifications du procédé opératoire de l'hystéro-myomectomie. — *Annales de gynécologie*, septembre 1891, p. 161.

Pour éviter les deux grands accidents de l'hystérectomie abdominale, la septicité et l'hémorrhagie, Ott (de Saint-Petersbourg) commence par désinfecter la cavité viscérale par un curetage suivi d'une cautérisation au fer rouge. Après avoir lié et coupé les ligaments larges jusqu'au voisinage de l'utérus, il place sur celui-ci un lien élastique provisoire et l'ampute. Les ligatures définitives sont faites à la soie. Les fils, au nombre de 2 ou de 4, suivant le volume du moignon, sont passés avec une aiguille forte à travers le tissu utérin, cheminant à 1 centimètre de la surface de section et laissant béante la cavité viscérale. Par celle-ci on glisse une mèche iodoformée jusque dans le vagin de manière à drainer la surface du moignon si, par malheur, elle suintait, ce qui n'arrive guère lorsqu'on a eu la précaution de la toucher au fer rouge.

D^r Henri HARTMANN.

Wurtz (D^r R.) et Leudet (D^r R.). — Recherches sur l'action pathogène du bacille lactique. — *Arch. de méd. exp. et d'anat. path.* t. III, p. 485, Paris 1891.

Wurtz et Leudet se sont proposé de chercher si le bacille lactique, dont la diffusion dans l'atmosphère est extrême, ne possédait pas, outre sa propriété de former de l'acide lactique aux dépens du lait, une action pathogène chez les animaux et chez l'homme.

D'après leurs expériences, les cultures du bacille lactique possèdent une action pathogène chez le cobaye et le lapin. Si on le cultive dans le bouillon ou dans une solution de peptone, la culture présente une réaction alcaline. Elle contient, outre de l'ammoniaque, une toxine énérgique dont les effets chez les animaux sont les mêmes que ceux que provoque l'inoculation de la culture vivante.

Il y aurait donc lieu de rechercher si une fermentation de cette nature, aboutissant à la production de cette toxine, ne s'effectue pas dans certaines maladies du tube digestif, dans la dilatation de l'estomac en particulier.

D^r Henri HARTMANN.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 19 octobre.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Elliot : Sur la réduction à une forme canonique des équations aux dérivées partielles de premier ordre et du second degré. — M. E. Cosserat : Sur les systèmes cycliques et sur la déformation des surfaces. — MM. Rambaud et Sy : Observation de la comète Wolf faites à l'Observatoire d'Alger.

2^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Becquerel communique les observations de températures sous le sol qu'il a effectuées au Muséum d'Histoire naturelle, pendant l'hiver 1890-1891, au moyen des appareils thermo-électriques de son grand-père. La persistance de conditions climatiques identiques pendant plusieurs mois consécutifs a offert pendant cet hiver une occasion favorable pour l'étude de la conductibilité calorifique du sol. Les appareils donnaient la température à des profondeurs diverses d'une part sous un sol dénudé, d'autre part sous un sol gazonné. La comparaison des températures en ces deux points montre que le revêtement de gazon équivalait à peu près à une couche de terre de 50 centimètres. M. Becquerel compare la marche du refroidissement et du réchauffement à travers les couches de terre avec la théorie de Fourier sur la propagation de la chaleur dans la terre, les faits confirment cette théorie. — M. G. Hinrichs calcule la rotation magnétique du plan de la lumière polarisée, en partant de l'hypothèse d'une torsion imprimée par le champ magnétique au prisme que constitue la molécule de paraffine, d'alcool, d'aldéhyde etc. — M. Berthelot appelle l'attention de l'Académie sur les mémoires de M. Carey Lea relatifs aux états allotropiques de l'argent, et met sous les yeux des membres les échantillons couleur d'or et couleur de pourpre adressés par l'auteur. Il explique l'importance de ces résultats, qui rappellent les travaux des anciens alchimistes, tout en réservant la question de savoir si ces substances sont réellement des états isomériques de l'argent ou bien des composés complexes et condensés, participant des propriétés de l'élément qui en constitue la masse principale (97 à 98 centièmes) conformément aux faits connus dans l'histoire des divers charbons, des dérivés du phosphore rouge et surtout des différentes variétés de fer et d'acier. — M. E. Boyer a reconnu que si l'on fait agir simultanément, au rouge, sur un nitrate, l'oxalate de chaux et le soufre en présence de la chaux sodée, il y a réduction complète de l'azote nitrique en ammoniacque; il indique un nouveau procédé de dosage de l'azote nitrique et de l'azote total fondé sur cette réaction. — Dans leur communication du 6 avril dernier sur les dérivés nitrés de l'ortho-aminidine diméthylée, MM. Grimaux et Lefèvre décrivaient un dérivé trinitré de cette base, possédant un groupement CH_2AzO_2 . M. P. van Romburg, en raison de ses recherches antérieures sur les amines aromatiques allylées en général, a pensé qu'il devait au contraire se produire la substitution du groupe méthyl par un groupe nitro; il a repris la question et présente diverses preuves que le corps de MM. Grimaux et Lefèvre serait en effet une nitrosamine dinitrée de l'ortho-aminidine monométhylée.

3^{re} SCIENCES NATURELLES. — M. G. Daremberg a étudié avec détail la propriété, que possède le sérum sanguin d'une espèce d'animal, de détruire les globules rouges du sang de tout animal d'une autre espèce; ce pouvoir globulicide est supprimé par le chauffage à plus de 50° — par une exposition prolongée à la lumière diffuse — par une trace d'essence d'ail; diverses subs-

tances la modifient diversement; le blanc d'œuf n'a pas de propriétés globulicides; les noyaux des globules d'oiseau ou de grenouille résistent à cette action. — M. C. Phisalix a étudié les mouvements des chromatophores de la peau des céphalopodes; il a déterminé les centres et les voies d'innervation de ces organes; il considère le mécanisme de ces mouvements comme produit par une couronne de muscles radiaires, extenseurs, et non comme étant de nature amiboïde; en effet, la destruction du centre d'un chromatophore laisse subsister le mouvement, une incision circulaire périphérique le supprime. — M. F. P. Le Roux expose, dans un extrait du mémoire qu'il présente, une théorie de la diathèse rhumatismale, à laquelle il reconnaît comme cause la production de glaires intestinales.

Mémoires présentés, M. Parenty : Etablissement des lois générales de l'écoulement et de la détente des gaz à travers les orifices de contractions et de conductibilités diverses, d'après les travaux de Hirn. — M. le Dr Pigeon adresse diverses notes relatives aux vaccinations et au mode de production des épidémies de choléra. — M. E. Delaurier adresse une note relative à son « Moulin universel ». — Nouvelles : M. Tondini informe l'Académie qu'un synode général des Arméniens catholiques a décidé l'adoption du calendrier grégorien à la place du calendrier julien.

Séance du 26 octobre.

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Poincaré examine les équations auxquelles doivent satisfaire, dans la théorie de Maxwell, les oscillations hertziennes; ces équations jouissent de propriétés qui peuvent dans certains cas faciliter le calcul de la période; de plus, elles permettent d'étendre à un excitateur quelconque les résultats de Hertz relatifs à l'état du champ électromagnétique et à la radiation de l'énergie. — A propos de la communication de M. H. Gihault (12 octobre) sur la variation de la force électro-motrice des piles avec la pression, M. P. Duhem rappelle qu'il a formulé dans diverses publications antérieures la relation que les expériences de M. Gihault viennent de confirmer. — M. E. Gossart a fait de nouvelles recherches sur l'état sphéroïdal des liquides; en observant la température minimum des plaques à caléfaction, il a reconnu que sur des métaux entièrement polis, les sphéroïdes peuvent se maintenir bien au-dessous de leur point d'ébullition; il a étudié aussi le roulement des liquides les uns sur les autres, principalement dans les liquides alcooliques; il établit pour ces faits divers principes, d'où il tire une méthode pour déceler les impuretés de ces liquides. — M. Faye présente un mémoire de M. de la Monneraye sur une trombe observée aux Comores et un mémoire de M. Le Goarant de Tro-melin « Sur les causes originelles des cyclones et sur leurs signes précurseurs ». Les observations contenues dans ces mémoires concordent avec le schéma du cyclone de M. Faye. — M. Leteur a préparé les divers bromostannates alcalins en mélangeant les solutions concentrées du bromure alcalin et du bromure stannique et évaporant dans le vide; les bromostannates s'obtiennent ainsi en beaux cristaux jaunes. — Dans une communication antérieure M. G. Rousseau avait montré qu'une solution concentrée de perchlore de fer, maintenue quelque temps entre 160° et 220° donne naissance à l'oxychlorure ferrique cristallisé 2FeO_3 , Fe^2Cl_2 , $3\text{H}_2\text{O}$. En chauffant la solution très concentrée de perchlore à des températures supérieures à 220° en présence d'un fragment de marbre, il a obtenu successivement les deux oxychlorures anhydres, $2\text{Fe}^2\text{O}_3$,

Fe^2Cl_6 , entre 225° et 280° , et $3 \text{ Fe}^2\text{O}_3$, Fe^2Cl_6 , entre 300° et 340° . — M. H. Baubigny indique la marche à suivre pour obtenir des dosages exacts du thallium par précipitation à l'état de proto-iodure. — M. H. Causse a reconnu que le chlorure du sodium en solution saturée s'oppose à la dissociation par l'eau des sels de bismuth, comme il l'avait déjà reconnu pour le chlorure d'ammonium; partant de ce fait, il a préparé le salicylate basique de bismuth. — MM. Mallard et C. Cuemenge ont découvert dans le gissement de cuivre du Boléo (Mexique) un minéral en beaux cristaux cubiques, bleu indigo; l'analyse y a montré la présence de l'argent, du cuivre, du plomb, et du chlore; la composition centésimale est représentée assez exactement par la formule $\text{PbCl}_2 + \text{CuO}$, $\text{H}_2\text{O} + \frac{1}{3} \text{AgCl}$. L'examen cristallographique montre qu'il s'agit d'un système pseudo-cubique; on trouve d'ailleurs quelques cristaux octaédriques. — M. C. Matignon donne les résultats expérimentaux qui l'avaient amené il y a plusieurs mois déjà à concevoir la loi suivante qui vient d'être énoncée par MM. Stohmann et Langbein: la substitution d'un radical alcoolique lié à l'azote augmente plus la chaleur de combustion que la substitution du radical alcoolique lié au carbone. Il montre comment cette loi peut servir à l'établissement des formules de constitution; comme exemple, comparant les chaleurs de combustion de l'allantoïne et du pyruvate, il démontre par cette méthode calorimétrique que ce dernier corps est bien, comme l'avait dit M. Grimaux, le dérivé méthylé de l'allantoïne où le groupe CH_3 remplace le seul hydrogène qui ne soit pas lié à l'azote. — MM. G. Bouchardat et J. Lafont ont fait réagir l'acide benzoïque sur l'essence de térébenthine à 150° ; ils étudient les produits multiples de cette réaction. — MM. H. et A. Malbot: Sur la formation d'iodures d'ammonium quaternaires par l'action de la triméthylamine, en solution aqueuse concentrée, sur les éthers iodhydriques de divers alcools primaires et d'un alcool secondaire. — M. C. Chabrière, coagulant du sérum du sang humain à 100° , reprenant sur l'eau chaude et précipitant par l'alcool, a obtenu un corps en petite quantité, qu'il considère comme une substance albuminoïde nouvelle pour laquelle il propose le nom d'*albumone*.

²² SCIENCES NATURELLES. — M. Ch. Bouchard examine d'une façon générale le mécanisme de la diapédèse et de la phagocytose, et détermine quelle place doit tenir dans la série des phénomènes l'action vasomotrice des produits solubles microbiens. Il rappelle qu'il a signalé dans les cultures du bacille pyocyanique une substance empêchant la diapédèse, substance que MM. Charrin et Gley ont démontré agir par paralysie du centre vasodilatateur; il propose pour cette substance le nom d'*anectasine*. Elle peut être employée comme hémostatique. Il rappelle également qu'il avait soupçonné dans les cultures bactériennes une substance antagoniste de celle-là, puis M. Arloing a démontré l'existence d'une telle substance sécrétée par le staphylocoque; enfin M. Bouchard vient de constater une substance excitatrice du centre vasodilatateur dans l'extrait de cultures tuberculeuses connu sous le nom de tuberculine de Koch; il propose pour cette substance le nom d'*ectasine*. — M. A. Charrin, sur des malades auxquels il injectait dans un but thérapeutique les substances solubles du bacille pyocyanique, a constaté que ces substances provoquent la fièvre. — M. Roger, inoculant à des lapins des cultures atténuées du streptocoque de l'érysipèle, a vu se développer chez ces animaux une maladie chronique qui se rapproche de l'atrophie musculaire progressive, telle qu'on l'observe chez l'homme. — M. E.-L. Bouvier a étudié au point de vue anatomique un *Hyperoodon rostratus* femelle échoué près du laboratoire maritime de Saint-Vaast. — A propos de la note de M. Phisalix sur les mouvements des chromatophores des Céphalopodes, M. R. Blanchard rappelle qu'il a constaté que les prétendus muscles rayonnants de ces organes sont des fibres conjonctives. — M. P. Bonnier examine théori-

quement comment l'oreille peut donner la perception de l'espace. — M. Ad. Chatin a étudié de nouvelles espèces de *Kamés* (truffes blanches) de Bagdad qu'il décrit sous les noms de *Terfezia Hafzi* et *T. Metavasi*; il détermine un *Kamé* très abondant à Smyrne comme le *T. Leonis* de Tulasne. — M. Decaux a remarqué que les chiffons imbibés de pétrole, provenant du nettoyage des machines, préservent des insectes nuisibles les champs de betterave dans lesquels on les répand.

Mémoires présentés. — M. A. Brousset adresse un mémoire relatif à un système de chauffage à l'essence minérale, évitant les explosions. — M. E. Müller adresse un mémoire relatif à la locomotion aérienne: analyse et synthèse. — M. Teguor adresse la démonstration d'un théorème relatif à la théorie des nombres.

L. LAPICQUE.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 13 octobre

M. Marjolin: Recherches sur les résultats de l'application de la loi Th. Roussel aux enfants du premier âge placés en nourrice hors de leur famille. — M. Ed. Nocard: Sur l'emploi de la tuberculine comme moyen de diagnostic de la tuberculose bovine. Cinquante-sept bovins furent soumis aux injections de tuberculine. Dix-neuf ont réagi; sur ces dix-neuf, dix-sept furent trouvés tuberculeux, après l'abattage. Huit au moins de ceux-ci n'auraient jamais pu être soupçonnés de tuberculose. Ce procédé a donc une réelle valeur au point de vue du diagnostic; aussi M. Nocard voudrait-il le voir employé régulièrement par les éleveurs et surtout les propriétaires d'étables, producteurs de lait pour la consommation. M. Nocard a employé d'une part la lymphée de Koch, et d'autre part une lymphée préparée à l'Institut Pasteur. Certains de ces échantillons ont donné exactement les mêmes réactions que la tuberculine de Koch. — M. Semmla: Sur le traitement physiologique de quelques maladies cutanées. Certaines formes d'eczéma et de psoriasis ne se montrent que pendant la saison froide. Ces dermatoses sont déterminées par l'action irritante des produits éliminés par la peau. Dans ces cas il faut stimuler le fonctionnement de la peau. Pour cela, l'auteur prescrit des bains chauds pendant trois heures par jour et des douches écossaises durant tout l'hiver. Il prescrit en outre le bicarbonate de soude aux malades arthritiques et l'iodure de sodium aux scrofuleux.

Séance du 20 octobre.

M. A. Chauveau: Sur la transformation des virus à propos des relations qui existent entre la vaccine et la variole. — Les expériences récentes de l'auteur ne lui ont fourni qu'une réponse négative en ce qui concerne la transformation du virus variolique en virus vaccinal. Différentes tentatives de cette transformation ont été faites à Hambourg, Carlsruhe, Genève, mais n'ont donné aucun résultat positif, ainsi que le démontrent les expériences de contrôle faites par l'auteur. Celui-ci arrive à la conclusion suivante relativement à l'influence que l'organisme du bœuf exerce sur le virus variolique: « Le virus variolique, dans l'organisme des animaux de l'espèce bovine, reste virus variolique. Il ne se transforme point en virus vaccinal et ne manifeste même aucune tendance à subir cette transformation. »

Séance du 27 octobre.

M. A. Chauveau continue la lecture de sa communication de la séance précédente sur la transformation des virus. S'il n'y a pas transformation du virus variolique en virus vaccinal, peut-être y a-t-il atténuation? A cette question l'auteur répond que ces deux virus sont deux agents infectieux également forts, également aptes à s'atténuer, mais l'atténuation ne va jamais jusqu'à la transformation d'un virus en l'autre. En un mot, le virus vaccinal n'est pas du virus variolique atténué. Si atténué qu'il soit, l'auteur affirme que: 1° le virus vaccinal ne donne jamais la variole à l'homme; 2° le

virus variolique ne donne jamais la vaccine au bœuf ou au cheval; 3° la vaccine n'est pas la variole atténuée et ne peut être comparée à l'infection charbonneuse bénigne communiquée aux animaux par l'inoculation du virus charbonneux atténué; 4° si la vaccine dérive de la variole, c'est par suite d'une transformation radicale — jusqu'à présent hors de la portée des expérimentateurs — du virus variolique; 5° enfin, ces dernières propositions en entraînent une dernière plus générale qui est celle-ci : l'atténuation des virus n'est pas une opération qu'on puisse identifier avec leur transformation. C'est un virus d'espèce différente qui crée l'immunité antivariolique, quand on inocule la lymph vaccine à l'homme, ou l'immunité antivaccinale lorsqu'on inocule la lymph variolique au cheval ou au bœuf.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 24 octobre 1891.

MM. Lion et Marfan : Deux cas d'infection générale apyrétique par le *Bacillus Coli communis* dans le cours d'une entérite dysentérique. — M. Hénocque a examiné au moyen de son procédé les variations de la quantité d'hémoglobine dans le sang des tuberculeux, 1° sous l'influence d'injections de tuberculine, il y a des oscillations suivies d'une baisse progressive; 2° sous l'influence d'injections de liquide testiculaire, il y a une ascension lente. — MM. Mairat et Bosc : Recherches sur la toxicité de l'urine des aliénés. — M. G. Daremberg : Sur le pouvoir destructeur du sérum sanguin pour les globules rouges. (Voir Acad. des Sciences, 19 octobre.) — M. H. Morau a continué à inoculer en série la tumeur épithéliale spontanée de la souris blanche, sur laquelle il a fait une communication antérieure; sur les animaux de sa série, il a observé deux fois le fait suivant : la gestation arrête l'évolution du néoplasme, qui reprend une marche rapide aussitôt après le part. — MM. Brown-Séquard et d'Arsonval ont constaté que les extraits aqueux de divers organes animaux, injectés dans le sang d'autres animaux, sont bien moins toxiques qu'on ne le pensait; il en est ainsi, en particulier, pour le pancréas. — A propos de la communication de M. R. Blanchard sur les sangues d'Afrique, qui peuvent vivre longtemps dans les premières voies des mammifères, M. Mégnin rapporte qu'il a observé à Vincennes des sangues algériennes dans la bouche de chevaux d'artillerie qui revenaient de la campagne de Tunisie.

Séance du 31 octobre.

M. Roger, à propos de la communication faite à la séance précédente par MM. Brown-Séquard et d'Arsonval, sur la toxicité des extraits des tissus normaux, communique les résultats de ses recherches sur le même sujet; il a constaté aussi que ces extraits sont peu toxiques. — M. Gaube a étudié au point de vue chimique la sueur de l'homme et celle de divers mammifères, principalement du cheval; il y a trouvé l'albumine comme élément constant; il a constaté aussi l'existence de diastases (*hydrolymases*) saccharifiant l'amidon et peptonisant l'albumine. — M. L. Lapicque expérimentant le citrate de soude sur un homme bien portant, mais de tempérament arthritique et se nourrissant presque exclusivement d'albuminoïdes, a constaté, sous l'influence de l'alcalin, une diminution dans la sécrétion de l'urée; ce résultat diffère de celui obtenu dans les expériences physiologiques récentes faites dans le cas d'une nutrition normale.

L. LAPICQUE.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 6 novembre 1891

M. Dufet a déjà montré dans plusieurs travaux tout le parti qu'on peut tirer de l'emploi de la méthode de la réflexion totale pour la mesure des indices de réfraction. Mais des doutes ont été formulés sur la légi-

imité même de la méthode; on a objecté que le polissage de la lame à étudier devait modifier la couche superficielle, et pouvait par suite influer sur le phénomène de la réflexion totale. Pour apprécier la valeur de l'objection, M. Dufet a mesuré les indices d'un grand nombre de substances simultanément par cette méthode et par celle du prisme. Il a opéré avec des appareils très parfaits, goniomètre de Brünner, réflectomètre de Pulfrich, et a imaginé des dispositifs ingénieux pour obtenir un haut degré de précision. La perfection des méthodes a été confirmée par l'accord des résultats avec les déterminations antérieures les plus autorisées. Le nombre trouvé pour le quartz par la méthode du prisme est identique à celui de M. Macé de Lépinay. Pour toutes les substances dures, telles que le quartz ou le spath, la méthode de la réflexion totale conduit exactement aux mêmes nombres que celle du prisme, quelle que soit la substance employée pour le polissage. Mais pour les substances tendres, sel gemme, sylvine, gypse, alun, etc., il n'en est plus tout à fait de même. La méthode de la réflexion totale donne des résultats toujours légèrement *plus grands* que l'autre, et les écarts variables avec l'orientation cristallographique de la lame sont nettement supérieurs aux erreurs possibles. Mais ils n'affectent jamais que la cinquième décimale. Aussi peut-on affirmer que, pour une précision ne dépassant pas la quatrième décimale, les deux méthodes se valent, et donnent exactement les mêmes résultats. Toutefois il faudrait se garder de généraliser ces conclusions relatives aux indices, et de les étendre à l'angle de polarisation. Dans ce cas, au contraire, les résultats diffèrent considérablement suivant le mode de polissage. Pour l'auteur, ces deux phénomènes, réflexion totale, angle de polarisation, doivent être d'un ordre essentiellement distinct et se produire dans des couches superficielles d'épaisseur différente. — La détermination des densités de l'azote, de l'oxygène et de la composition de l'air semblait, après les travaux de Regnault et de Dumas, être une question définitivement établie. M. Leduc y a pourtant signalé une discordance singulière, qui a été pour lui le point de départ d'un ensemble de recherches d'une grande importance. Les nombres de Regnault conduisent à une proportion centésimale d'oxygène en poids de 23,58, tandis que Dumas trouve rigoureusement 23. En examinant la probabilité des erreurs possibles, l'auteur a montré qu'elle a toutes chances de porter sur la densité de l'azote, dont la valeur admise doit être trop faible. Pour reprendre la détermination de cette densité, il a suivi la méthode de Regnault en y apportant différentes modifications importantes et susceptibles d'en accroître la précision. Ces recherches, conduites avec une très grande habileté d'expérimentation, lui ont donné le nombre 0,97203, au lieu de 0,97137, admis par Regnault. Il a pu en même temps découvrir la cause de cet écart. Dans la préparation de l'azote par le cuivre en plaques, le métal doit être préalablement dépouillé des matières grasses par une oxydation superficielle suivie d'une réduction par l'hydrogène purifié. Or M. Leduc a montré d'une façon irréfutable que dans cette réduction l'hydrogène peut être absorbé par le cuivre. Dès le rouge sombre, il se forme un hydrure rouge hyacinthe dont la dissociation commence au rouge cerise. Regnault, non prévenu, n'a pas pris soin d'opérer la réduction *au-dessous du rouge*; l'azote sur lequel il a opéré contenait de l'hydrogène, et lui a donné une densité trop faible. M. Leduc a ensuite repris les expériences directes de Dumas et Boussingault sur la composition de l'air atmosphérique. Le nombre 23,23 pour la proportion centésimale de l'oxygène ne pèse, qui résulte d'expériences très concordantes, coïncide aussi exactement que possible avec la valeur déduite de la composition en volume de Gay-Lussac et de Humboldt. D'autre part, de nouvelles déterminations de la densité de l'oxygène préparé en électrolysant une dissolution de potasse pour éviter la présence de composés chlorés, inévitables avec le chlorate de po-

tasse, l'ont conduit à substituer au nombre 1,10563 de Regnault la valeur 1,10506. La composition de l'air déduite de ces nouvelles densités de l'azote et de l'oxygène coïncide à $\frac{1}{40000}$ près avec la valeur trouvée par la méthode précédente. Pour le poids du litre d'air, M. Leduc trouve 1,2633 au lieu de 1,2936 (Regnault). Enfin il a contrôlé l'exactitude de son mode opératoire en déterminant par la même méthode la densité de l'hydrogène. Quel que soit le mode de préparation employé, électrolyse d'une dissolution de potasse ou procédé classique par le zinc et l'acide sulfurique, il a obtenu le même nombre 0,06948, qui conduit pour le poids du litre d'hydrogène normal au nombre même de Regnault 0,08984.

Edgard HAUDÉ.

SOCIÉTÉ MATHÉMATIQUE DE FRANCE

Séance du 4 novembre 1891.

M. d'Ocagne expose dans ses grandes lignes la doctrine que, sous le titre de *Nomographie*, il vient de constituer dans un livre récent en vue de faire rentrer dans une même théorie générale aussi simple que possible toutes les constructions de tableaux graphiques de calculs tout faits ou *abaques*. Il signale à ce propos le parti qu'il a pu tirer, à un point de vue exclusivement pratique, des principes de dualité et d'homographie qui semblaient jusqu'ici ne devoir intervenir que dans des recherches purement spéculatives. — M. Fouret fait une communication sur les transformations homographiques ou dualistiques qui laissent inaltérée une congruence de droites du premier ordre et de la première classe. Il démontre en particulier qu'une pareille congruence est polaire, réciproque d'elle-même, par rapport à deux séries distinctes de surfaces du second ordre. Les surfaces de l'une des séries passent par les deux directrices de la congruence. Celles de l'autre sont conjuguées par rapport à ces deux droites. — M. Laisant présente, au sujet de l'interpolation quelques remarques tendant à indiquer non pas une méthode ni une formule nouvelle, mais un procédé pratique ayant pour objet d'abrégier le plus possible les calculs dans les applications. Une formule quelconque étant donnée et satisfaisant à un certain nombre d'observations, on peut par l'adjonction d'un terme complémentaire facile à calculer faire qu'elle satisfasse à une observation de plus. — M. Raffy, en appliquant aux surfaces de révolution un théorème récemment publié par M. Weingarten, prouve que la détermination de toutes les surfaces applicables sur une surface de révolution donnée revient à celle des surfaces dont les rayons de courbure ρ et ρ' vérifient l'équation

$$(\rho - OP)(\rho' - OP) = f(MP)$$

où M désigne un point de la surface, O un point fixe, P le pied de la perpendiculaire abaissée de O sur le plan tangent en M, et f une fonction déterminée par la nature de la méridienne donnée. — Dans une seconde communication, M. Raffy montre comment on peut former des éléments linéaires en nombre infini, tels qu'on connaisse des surfaces (imaginaires) admettant cet élément linéaire et dépendant d'une fonction arbitraire. Il indique aussi de nouvelles surfaces dont on peut trouver des déformations dépendant d'un paramètre arbitraire.

M. d'Ocagne.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Pendant les vacances, la Société a reçu les communications suivantes : M. Coste dans une étude sur les *Chemins de fer à voie étroite*, compare les voies de 1^m,00 et 0^m,60 au double point de vue des conditions d'établissement et d'exploitation et de l'effet utile qu'on en peut obtenir. Traitant successivement de l'épaisseur et de la largeur du ballast, des déclivités et rayons des courbes, de la vitesse des trains, du nombre des voyageurs et du

poids utile en marchandises, du poids des rails et locomotives, de la dépense kilométrique d'établissement et des frais d'exploitation, il conclut que la dépense d'établissement d'une voie de 1^m,00 est peu supérieure à celle d'une voie de 0^m,60 ; et qu'au contraire les résultats d'exploitation sont beaucoup plus considérables. — M. Grille est partisan de chemins à voie de 0^m,60, c'est-à-dire de la brouette, du camion à vapeur, qui est économique et se prête à des courbes de très petit rayon. — La discussion du projet de Paris *Port de mer*, projet exposé dans une précédente séance donne lieu à de nombreuses observations. — M. Badois tend à démontrer que le projet présente des dangers au point de vue hydrologique et hydrographique par suite de l'abaissement des plans d'eau et de l'assèchement de la Normandie qui résulteraient de sa réalisation ; il examine les accidents possibles dans le cas d'une grande crue, ou, au contraire, de l'abaissement subit des eaux. D'ailleurs, il conteste l'utilité du canal : ce qu'il faut — selon lui — c'est développer le commerce de Paris vers le nord en le reliant à Boulogne et Dunkerque. — M. Bouquet de la Grye rappelle d'abord que son projet a été déclaré exécutable par le Conseil général des Ponts et Chaussées ; quant au service de la navigation, il est à la fois juge et partie. Au point de vue de l'utilité, c'est un fait qu'il est de toute nécessité de faire avancer les navires dans les terres. Relativement aux objections concernant la transformation que le canal est accusé de faire subir à la Normandie, on peut dire que cette région doit sa fertilité à son climat maritime ; d'ailleurs la différence maxima entre les plans d'eau futurs et l'étiage est de 3 mètres, et les approfondissements n'existent que sur des longueurs insignifiantes ; enfin dans chaque mairie, le long de la Seine, on a consulté les intéressés qui se sont déclarés favorables au projet. M. Bouquet de la Grye insiste ensuite sur le nombre des écluses : il n'y en a que quatre, et c'est ce qui plaira aux marins. Si l'on passe à l'augmentation de la vitesse du courant en cas de crue, on trouve, en la calculant, qu'elle n'empêchera jamais les navires de remonter ; quant aux débâcles elles seraient moins dangereuses pour les navires qu'elles le sont pour les chalands. A propos de l'utilité, plus encore maintenant qu'en 1878, le canal donnera des résultats économiques, car la consommation du combustible nécessaire aux machines a baissé. Si enfin, comme on l'a dit, Paris n'est pas exportateur, pourquoi les autres ports se plaignent-ils de la concurrence que leur fera le canal ? Il y a là une répétition du fait qui s'est passé quand le Havre s'opposait au développement de Rouen. M. Bouquet de la Grye démontre que les armateurs auraient un bénéfice plus grand à envoyer leurs navires à Paris qu'à Rouen et que les commerçants jouiront dans le premier cas d'avantages équivalents. Cet avantage économique que procurera le canal est également prévu par les chambres de commerce, qui toutes, — sauf celles de l'Ouest — lui sont favorables. Enfin il n'y a pas d'aliénation de la Seine, puisque la batellerie pourra continuer sa concurrence. — M. Roy conteste l'utilité du canal en se fondant sur le ralentissement de vitesse qu'y subiront les bateaux et sur les prix du camionnage. — M. Vauthier adopte les mêmes conclusions basées sur ce que les quantités de marchandises par tonneau de jauge sont plus faibles que celles adoptées par M. Bouquet de la Grye. — L'importance de ce projet, dont l'intérêt national est évident, a fait remettre la suite de la discussion à une autre séance.

Séance du 2 octobre 1891.

M. Moreau fait une communication sur les *moteurs à gaz* ; il rappelle les développements qu'ils ont pris depuis l'exposition de 1867 où 3 modèles seulement étaient réunis, jusqu'à la dernière exposition qui contenait 53 modèles différents, et les avantages spéciaux qui expliquent ces développements. Ces avantages ne sont pas seulement pratiques, tels que la facilité d'ins-

tallation et de surveillance; ils sont aussi théoriques; le moteur à gaz a, en effet, au point de vue thermique, un rendement sensiblement double de celui de la machine à vapeur. Relativement au rendement lumineux le moteur à gaz peut encore produire, ainsi que l'a montré M. Aimé Witz, une économie singulière: il est préférable, au lieu de consommer directement le gaz dans un brûleur éclairant, de l'utiliser comme source calorifique à produire la lumière par l'intermédiaire d'un moteur, d'une dynamo et d'une lampe électrique; cela tient à ce que le rendement thermique du gaz est supérieur à son rendement lumineux, ce qui est l'inverse pour l'électricité. M. Moreau étudie ensuite le nouveau moteur système Niel; c'est un moteur qui suit le cycle à quatre temps indiqué dès 1852 par Beau de Rochas, utilisé pour la première fois par Otto en 1876, et d'un usage si répandu aujourd'hui. On sait que ces quatre périodes sont: 1° aspiration du mélange de gaz et d'air; 2° compression du mélange; 3° explosion; 4° expulsion des produits de la combustion. Il n'y a ainsi une explosion utile que tous les deux tours du volant; mais il y a économie de gaz. Le moteur Niel est à un seul cylindre; M. Moreau y signale principalement le système de distribution disposé de telle sorte qu'on peut caler sur l'arbre deux volants symétriques et obtenir ainsi une grande régularité; puis le régulateur qui permet de faire varier, d'un moment à l'autre, l'allure du moteur du simple au double. — M. Molinos présente quelques observations au sujet du projet de Paris-Port-de-Mer; il rappelle les préoccupations relatives aux intérêts de Rouen et discute les chiffres de M. Bouquet de la Grye ayant trait à l'augmentation de trafic qu'apportera le canal, dont la profondeur devrait, selon lui, atteindre 8 mètres, et au prix d'exécution de ce canal.

P. JANNETAZ.

SOCIÉTÉS MARITIMES SCIENTIFIQUES

INSTITUTION OF NAVAL ARCHITECTS

Session 1891

M. David Joy : *Cylindre auxiliaire pour machines marines*. Les organes de détente des machines marines à grande vitesse sont devenus très compliqués et encombrants. M. Joy cherche depuis plusieurs années à substituer à ce mécanisme l'action directe de l'eau ou de la vapeur. La détente bien connue et aujourd'hui très répandue qui porte son nom était déjà un premier pas dans la voie de la simplification. Le cylindre auxiliaire qu'il vient d'inventer en est un nouveau: il a pour effet de diminuer les efforts auxquels sont soumis les organes de détente, en vertu de leur masse et de leur vitesse considérables. Le moyen le plus simple et le moins dispendieux d'y parvenir était, sans toucher au tiroir, de remplacer par un cylindre où la vapeur aurait un rôle actif dans la conduite du tiroir, le cylindre ordinaire destiné à compenser le poids du train du tiroir au moyen de la vapeur qui agit sur son piston monté sur la tige du tiroir et calculé de manière à équilibrer le poids de ce train. L'auteur décrit les différentes phases par lesquelles a passé la disposition adoptée pour son cylindre. Tout d'abord, il eut un tiroir spécial mu par la vapeur; puis le piston fut modifié de manière à faire lui-même office de tiroir. Les premiers essais donnèrent lieu à bien des difficultés. Au moment où les orifices étaient démasqués, le choc de la vapeur à l'admission, ou l'influence du vide à l'évacuation, secouaient le piston, et la vapeur s'échappait d'un côté vers l'autre du cylindre. En outre, l'ajustage était fort délicat. Mais M. Joy arriva à donner au corps du piston une forme telle que l'admission et l'évacuation s'effectuant sur tout le pourtour à la fois, il se trouvait parfaitement équilibré. Le système Joy s'applique également bien aux machines horizontales. La manœuvre est des plus simples. Pour la mise en train, on admet une légère quantité de vapeur, qui équilibre l'appareil. Puis, dès que le piston du grand cylindre s'est mis en mouvement, la vapeur, entre de

plus en plus et actionne la détente. — Dans la discussion générale qui a suivi cette communication, M. Thom dit avoir relevé des diagrammes des efforts supportés par une tige de tiroir, et les avoir trouvés semblables à ceux d'une pompe à air: tout le travail s'accomplit vers le commencement et vers la fin de la course. Aussi approuve-t-il l'invention de M. Joy; mais il suggère d'en modifier le dispositif de manière à rendre aussi efficace que possible à bout de course l'action du cylindre auxiliaire. Il croit possible d'y arriver par une forte compression. Il pense que le fonctionnement du cylindre Joy doit être parfait dans les machines horizontales, mais que dans les machines à pilon cet auxiliaire doit être moins utile, le poids du train du tiroir étant suffisant pour agir dans le mouvement de descente.

NORTH EAST COAST INSTITUTION OF ENGINEERS AND SHIPBUILDERS

Session 1891

M. J. Petree : *Sur la base des échantillons des navires*. Les échantillons de toutes les pièces qui entrent dans la construction des navires se déterminent d'après des nombres calculés en fonction des dimensions principales, et appelés bases d'échantillons. Chacune des Sociétés de classification a sa base propre. La base actuelle du Lloyd anglais prête le flanc à bien des objections et soulève des protestations de jour en jour plus nombreuses. La question d'un changement de base est à l'ordre du jour. — Avant son système actuel, qui dure depuis vingt ans, le Lloyd employait le tonnage sous le pont (*underdeck tonnage*). Cette base avait plusieurs inconvénients: d'abord le tonnage prévu est souvent modifié pendant la construction; le tonnage officiel provient de mesures prises directement à bord après l'achèvement, et peut différer notablement de la capacité prévue. En second lieu, le tonnage n'a pas de relation déterminée avec le déplacement; or, ce dernier auquel les efforts sont proportionnels doit intervenir dans la détermination des échantillons et accessoires de coque. Le tonnage est la base fiscale, car il est la mesure de la valeur commerciale du navire. Pour les échantillons, il faut autre chose. Si L représente la longueur du navire, B la largeur, D le creux, les nombres actuels du Lloyd sont, en négligeant l'arrondi des bouchains $B + 2D$ et $L(B + 2D)$ c'est-à-dire le périmètre de la section droite et la surface latérale d'un parallépipède rectangle. Le premier de ces nombres déprécie le creux sans raison. La somme $B + D$, choisie par le Bureau Veritas, est bien préférable. Or, ce nombre est important: il règle toutes les liaisons transversales, à l'exception des barrots. Peut-être serait-il à désirer que l'on exceptât aussi les varangues, qui, comme les barrots, pourraient être fixées par la largeur. Le deuxième nombre du Lloyd, qui règle les échantillons des pièces longitudinales, bordé extérieur, carlingues, etc., représente une surface; il varie comme le carré des dimensions homologues pour des navires semblables, tandis que le tonnage varie selon une puissance plus élevée, le déplacement selon le cube, et le moment de flexion longitudinale selon la quatrième puissance. Le nombre du Lloyd n'a donc aucun rapport avec les efforts auxquels il a la prétention de proportionner les échantillons. En passant d'un nombre au suivant, les poids et les efforts réels varient bien plus rapidement que les nombres eux-mêmes. La finesse des formes a beaucoup d'influence sur le déplacement qu'elle peut faire varier du simple au double, et pourtant, elle ne modifie pas le nombre, ni par conséquent les échantillons, ce qui est évidemment irrationnel. L'auteur ajoute que la détermination des ancres et des chaînes devrait aussi être basée non sur le nombre du Lloyd, mais sur le déplacement. Remarquons cependant que la puissance de ces accessoires de coque dépend dans une large mesure de l'importance des œuvres mortes sur lesquelles agit le vent, et que le déplacement ne

serait pas par suite une meilleure base que celle du Lloyd à cet égard. Pour revenir à la coque elle-même, l'auteur reconnaît que le choix du déplacement comme base n'est pas exempt de difficultés; mais elles ne sont point insurmontables. D'ailleurs le déplacement est l'élément le plus important en même temps que le plus élastique. C'est lui qu'on peut le mieux régler pour un navire d'échantillons donnés. Il est d'ailleurs lié au franc-bord de telle sorte qu'il semble naturel que sa limitation devienne une condition de classification pour tous les navires, comme il l'a toujours été pour les hurricanedecks. Il suffirait que les constructeurs soumettent aux Sociétés de classifications le déplacement des navires en même temps que les dimensions principales et les plans. En résumé, sans proposer de formule précise, M. Petree demande une nouvelle réglementation des échantillons, basée sur le déplacement en charge, comme étant l'expression la plus exacte de la solidité des navires, et par conséquent de la cote que leur attribue le registre de classification.

L. VIVET.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 31 octobre

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. F.-J. van den Berg : Sur le calcul de systèmes centrés de lentilles. — M. C. H.-C. Grinwis présente son mémoire : L'énergie cinétique du mouvement central (décomposition de la vitesse en deux composantes rectangulaires, dont l'une est dirigée vers le centre, et étude de la variation des énergies correspondantes en quelques cas particuliers). — M. P.-H. Schoute s'occupe de deux problèmes de timbres-poste proposés par M. Em. Lemoine (Voir page 120 de la *Théorie des nombres*, de M. Ed. Lucas, dont la mort inattendue est une grande perte pour les sciences mathématiques). Il transforme la première question de la bande de p timbres-poste, de manière qu'elle ne se rapporte qu'à des permutations des nombres 1, 2, 3... p , déduit les solutions du problème pour $p+1$ de celles du problème pour p et explique la table synthétique suivante du nombre X_p des solutions du problème jusqu'à $p=9$.

p	X_p
3... 3 (1.2).....	= 6
4... 4 (2.2).....	= 46
5... 5 (2.2 + 2.3).....	= 50
6... 6 (6.2 + 4.3).....	= 144
7... 7 (10.2 + 10.3 + 4.4).....	= 462
8... 8 (32.2 + 26.3 + 8.4).....	= 1392
9... 9 (68.2 + 65.3 + 33.4 + 8.5).....	= 4527

Ensuite, il fait voir que les nombres $X_{p,q}$ des solutions du problème de la feuille rectangulaire de pq timbres-poste doit surpasser l'expression

$$\left(\frac{p+q-2}{p-1} \right) X_p X_q$$

à cause de la fixation des positions intermédiaires par les plis transversaux. Ainsi, au lieu de $X_{3,3}=216$, $X_{4,4}=5120$... $X_{9,9}=263754\ 292230$, on trouve des nombres plus considérables $X_{3,3}=296$, $X_{4,4}=16096$, etc.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — Rapport de MM. H. Kamerlingh Onnes et H.-W. Bakhuys Roozeboom sur le mémoire intitulé : Recherche bolométrique de spectres d'absorption, de M. W.-H. Julius (examen de la partie extrême de l'infra-rouge des spectres d'absorption de quelques liquides et du diamant; résultats remarquables). — MM. S. Hoogewerff et W.-A. van Dorp : Sur la réaction entre le chlorure de phthalyle et l'ammoniaque et la formation de l'acide orthocycano-benzoïque. La réaction de l'ammoniaque sur le chlorure de phthalyle a été déjà étudiée par MM. Kichara, Graebe, Piclet, et récemment par M. Auger. MM. Hoogewerff et van Dorp se sont occupés de cette réaction en continuant leurs recherches sur la phthalimide, dont ils avaient trouvé la

transformation en acide anthranilique¹, et cherchant à élucider la question de la constitution symétrique ou asymétrique de cet imide. En faisant tomber le chlorure de phthalyle dans un excès d'ammoniaque aqueux refroidi et en acidulant la solution obtenue par de l'acide chlorhydrique dilué, il se dépose un corps qui, séché sur de l'acide sulfurique, est purifié en le dissolvant dans de l'acétone, et en le précipitant de cette solution par de l'éther de pétrole. La composition des fines aiguilles ainsi obtenues est celle de la phthalimide; son point de fusion est néanmoins à $180^\circ - 190^\circ$; le corps fondu se solidifie pour ne fondre après qu'à 230° . Il s'est transformé en phthalimide ordinaire. Il a un caractère franchement acide, décompose les carbonates et les acétates alcalins et alcalino-terreux; l'acide chlorhydrique sépare le corps inaltéré de la solution aqueuse des sels formés. En préparant son éther éthylique, les auteurs le trouvent identique à l'éther éthylique de l'acide orthocycano-benzoïque obtenu par Muller² et donnant la même phthalimidoxime (point de fusion, 250°). Par l'acide sulfurique, le corps se transforme en acide phthalique. Les auteurs concluent que le corps n'est autre chose que l'acide orthocycano-benzoïque libre, qu'on ne connaissait pas à l'état libre. Ils montrent que, de cette réaction, on peut déduire la constitution symétrique de la phthalimide ordinaire; quant au chlorure de phthalyle, on lui attribue la formule asymétrique. Cette conclusion est affirmée par la préparation d'une diamide, qu'on obtient en décomposant par de l'ammoniaque dissous dans de l'alcool méthylique, l'éther de l'acide phthalique; cette diamide est identique à celle qu'on obtient par la réaction de l'ammoniaque aqueux sur la phthalimide ordinaire. Les auteurs continuent leurs recherches. — M. H.-W. Bakhuys Roozeboom : La solubilité des mélanges de sels isomorphes³.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. C. van Wisselingh : Sur la lamelle de liège et la subérine. MM. N.-W. P. Rauwenhoff et J.-W. Moll sont nommés rapporteurs. — M. Rauwenhoff présente la thèse de M. J.-C. Koningsberger, intitulée : Sur la formation de fécula chez les Angiospermes. — M. J.-M. van Bemmelen fait connaître le résultat des recherches de M. J. Lorie sur la constitution du sol du Brabant et du Limbourg.

4^o SCIENCES MÉDICALES. — Est décidée l'insertion, dans les œuvres de l'Académie, du mémoire de M. H.-J.

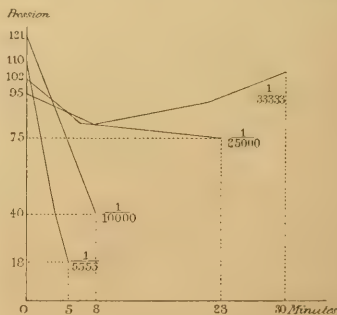


Fig. 1.

Hamburger : Sur l'influence de la respiration sur la perméabilité du sang. — M. J.-B. Stokvis commu-

¹ Voir *Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas*, t. X, p. 6, et *Revue générale des Sciences*, t. II, p. 94.

² *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, 1886, p. 1498.

³ *Oswald's Zeitschrift für physikalische chemie*, t. VIII, p. 504.

unique les résultats de ses expériences sur l'antagonisme mutuel des poisons et l'action combinée d'antagonistes mutuels. Dans ces expériences, il s'est servi du cœur de la grenouille, isolé et nourri artificiellement par du sang de bœuf dilué. Dans une première série d'expériences, il a constaté que la muscarine et la digitaline se comportent par rapport à cet organe comme des poisons antagonistes mutuels, c'est-à-dire que les effets paralysants de la muscarine sont toujours annihilés par l'action excitante de la digitaline, et *vice versa*. Ajoutant en même temps au sang qui traversait le cœur, de la muscarine et de la digitaline, il trouve que l'action antidotaire se prononce d'autant plus, étant donnée une solution invariable de muscarine (1/25000), que la solution de digitaline appliquée en même temps est plus diluée. En effet, la représentation graphique (fig. 4) montre que l'intensité de la contraction du cœur, mesurée par la pression du sang, s'abaisse très vite quand le sang contient 1/25000 de muscarine et 1/3333 de digitaline, tandis qu'elle ne présente pas de changement considérable quand le sang contient 1/25000 de muscarine et 1/33333 de digitaline. En dernier lieu, il remarque que le rétablis-

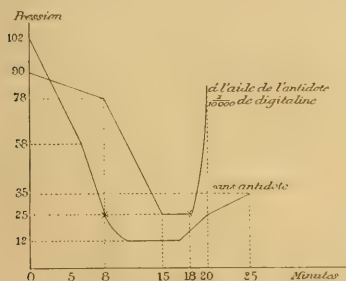


Fig. 2.

sement du cœur empoisonné s'effectue beaucoup plus lentement dans le cas de la muscarine seule que dans le cas des deux antagonistes à la fois. Cette différence est indiquée dans la figure 2 où les deux croix font connaître le moment où le sang empoisonné a été remplacé par du sang normal.

SCHOUTE,
Membre de l'Académie.

SOCIÉTÉ DE PHYSIOLOGIE DE BERLIN

Dans le compte-rendu de la séance du 16 octobre, paru dans le précédent n° (p. 685), au sujet de la note de M. Lillienfeld, lire partout « plaquettes du sang » au lieu de « globules sanguins ».

Séance du 30 octobre.

M. J. Gad en excitant la portion de l'écorce du cerveau du lapin qui est située de part et d'autre du sillon longitudinal en avant du point de rencontre de celui-ci avec la suture coronale, a vu se produire des mouvements des lèvres, et des mouvements de préhension et de mastication. D'autre part, il a pratiqué une ablation limitée de l'écorce en ce point; alors une feuille de chou présentée à l'animal était bien saisie par les lèvres et mâchée, mais au bout de peu de temps, la mastication cessait et la feuille mâchée tombait hors de la bouche; en touchant le palais avec la côte d'une feuille de chou on obtenait des mouvements de déglutition. Par conséquent, les mouvements de mastication et les mouvements de déglutition étaient intacts, mais il manquait l'acte intermédiaire, de former le bol et de le pousser vers l'arrière-bouche. Quatre ou cinq jours après l'opération, les lapins opérés présentaient une autre réaction anormale; ils mâchaient des bandelettes de papier imprégnées d'une solution de qui-

nine, comme des bandelettes simplement mouillées, tandis que les lapins normaux rejettent aussitôt la solution de quinine. Le sens du goût, très facile à mettre en évidence chez le lapin, est aboli par l'ablation d'une partie déterminée du cerveau. C'est l'absence de ce sens que M. Gad considère comme la cause des troubles qui apparaissent dans la façon de manger des lapins qui ont subi cette ablation. Au bout de quelque temps la fonction se rétablit et les animaux mangent normalement, comme les non-opérés. L'auteur, s'appuyant sur ces expériences, s'élève contre l'opinion assez répandue que les lapins ne sont pas propres à servir de sujets pour l'expérimentation sur le cerveau. — M. H. Munk, au cours de la discussion, expose les trois façons différentes dont on peut s'expliquer la restitution d'une fonction abolie par l'ablation d'une partie déterminée du cerveau. Ou bien on admet que les centres inférieurs qui ont même fonction entrent en action après l'ablation des centres du cerveau; ou bien que les parties voisines remplacent le centre enlevé; ou bien que toute cellule ganglionnaire peut remplir une fonction quelconque, suivant la nature de l'excitation qui lui parvient. Cette dernière explication exclut l'énergie spécifique du système nerveux. M. Munk pour sa part n'a jamais observé la restitution d'une fonction disparue après l'ablation totale du centre.

D^r W. SKLAREK.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 8 octobre 1891.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Schober, d'Innsbruck : « Sur la théorie polaire des sections coniques. »

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Puschl : « Sur les forces intérieures des liquides et des gaz. » Il résulte de l'expérience que le travail de la chaleur pour un changement de volume du corps sous une pression p est en général différent du travail extérieur, et dans un rapport déter-

miné $\frac{p+i}{p}$; l'auteur étudie la variation de i pour un

corps observé, avec la pression et la température. Pour toute substance qui se raréfie à partir de l'état critique, qui passe à l'état gazeux ordinaire, cette quantité diminue et elle s'accroît pour un accroissement de densité. Mais la diminution de i avec la densité ne s'observe que dans des certaines limites variables avec la température; i passe en réalité par un maximum au-delà duquel i diminue pour un accroissement ultérieur de densité. i peut se déduire pour l'eau des expériences relatives à l'étude de l'eau sous de hautes pressions et pour les solides, des expériences d'Edlund. Quant à la variation de i avec la température, i peut sous une pression donnée finir par changer de signe pour une élévation comme pour un abaissement de température; i reste toujours positif entre certaines limites fixes aussi bien de température que de pression, mais est négatif en dehors de ces limites. — M. Pitsch : « Sur l'achromatisme. » L'expérience montre qu'un double prisme achromatique dont l'achromatisme est calculé pour un angle d'incidence déterminé des rayons lumineux, présente une position de meilleur achromatisme pour un angle d'incidence qui ne concorde pas avec celui pour lequel le calcul a été fait. En vain Fraunhofer et d'autres auteurs ont cherché à faire un calcul plus exact; ils n'ont pas réussi à retrouver le résultat de l'expérience. L'auteur cherche à donner une théorie de l'achromatisme qui soit d'accord avec l'expérience, et il arrive à ce résultat, qu'on obtient un achromatisme aussi bon que possible, quand des rayons voisins parallèles de la couleur la plus lumineuse du spectre (d'après Fraunhofer cela correspond à peu près à la longueur d'onde 8,874) restent parallèles après la réfraction. L'accord de la théorie avec l'expérience est

alors prouvé par les mesures de Steinheil et Vogt, aussi bien que par celles de Fraunhofer.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. Adamkiewicz présente un premier aperçu des résultats de ses recherches sur la pression cérébrale et présente comme conclusion ses tableaux « sur l'orientation des surfaces du cerveau de l'homme vivant. » — M. Alfred Nalepa, de Linz, continue ses communications sur de « nouveaux acarides » : le *phytoptus enanthus*, qui vient des déformations de floraison de la *Jasione montana*; — *phytoptus informis, tegonatus dentatus*, etc. — M. Claus communique un exemplaire de son ouvrage : « Les halocyprides de l'Océan Atlantique et de la Méditerranée » (avec 26 planches). — Le secrétaire annonce que les recherches scientifiques dans la Méditerranée orientale, qui ont été conduites cet été, comme l'été précédent, par le vaisseau *Pola*, ont conduit à la découverte d'une profondeur plus grande que celles qu'avaient révélées les précédents sondages. Cette profondeur atteint 4,400 mètres et se trouve à 35° 44' 20" de latitude nord et 21° 44' 50" de longitude est, au sud-est de l'île de Cérigo. La plus grande profondeur, connue jusqu'ici était située beaucoup plus à l'ouest : elle était de 4000 mètres.

Séance du 13 octobre.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Wernicke : La loi d'attraction des formes barycentriques. — M. Gustave Kohn : Sur les résultats d'un covariant et d'une forme fondamentale. — M. Bidschof, assistant à l'Observatoire de l'Université de Vienne : envoie un mémoire, « Détermination de la trajectoire de la planète (279) Thulé. »

Epoque : 20 février 1891, 0, temps moyen de Berlin :

$L^* = 104^{\circ} 21' 30''.8$	} équinoxiale moyen et équinoxe 1890,0.
$M = 155.36.48,8$	
$\pi = 308.44.42,0$	
$\odot = 73.26.12,1$	
$\omega = 223.48.29,9$	
$i = 2.22.34,2$	
$z = 4.43.14,2$	
$\log a = 0.629667$	
$\mu = 403'' 1860$	

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. Trabert : « La marche journalière de la température et de la radiation solaire sur le sommet du Sonnblick. » D'observations qui ont duré quatre ans, on a déduit les lois suivantes : Même au Sonnblick la quantité de chaleur amenée par convection est plus de trois fois plus grande que la quantité de chaleur reçue directement par l'absorption des rayons solaires. La loi de la variation de la radiation avec la température peut s'énoncer en disant que la chaleur rayonnée dans l'unité de temps par l'unité de masse d'air vers une enceinte dont la température est le zéro absolu, est proportionnelle à la température absolue de la masse. Enfin les jours sereins finissent au Sonnblick, durant toute l'année, 1^{er} ou 2^e plus chauds qu'ils n'ont commencé, c'est l'inverse pour les jours brumeux. — M. Garzarolli : Sur l'acide- γ -trichlor- β -oxybutyrique et une nouvelle synthèse de l'acide malique. — M. Haubner : Action de l'acide sulfureux sur l'al-déhyde crotonique.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. Léopold Réthi : Sur l'acte d'avalir et ses relations avec la partie antérieure du gosier.

Emil WEYR,
Membre de l'Académie.

CHRONIQUE

LES OSCILLATIONS DE PANTELLARIA

L'apparition soudaine d'un volcan à Pantellaria vient d'appeler l'attention des géologues sur cette petite île, située, comme on sait, au milieu du détroit de Sicile. C'est un rocher volcanique, dont le sommet atteint l'altitude de 740 mètres; les sources minérales, — froides et chaudes, — sont nombreuses en temps normal, ainsi que les jets de vapeur. Les fumerolles sont particulièrement abondantes dans une grotte dont la température est tellement élevée qu'il est impossible d'y séjourner plus de quelques instants. Ailleurs, les vapeurs condensées forment un lac d'une certaine étendue. C'est dire que, jusqu'à ces dernières semaines, les événements de l'île se trouvaient dans des conditions d'activité solfatarienne.

Autour d'elle la profondeur de l'eau est très variable. Un plateau sous-marin, — *banc de l'Aventure* des marins, — baigné par environ 40 mètres d'eau, la relie à la Sicile. Au Sud-Est et du côté de l'Afrique la mer est au contraire très profonde.

Rien ne faisait prévoir en ces derniers temps une modification de cet état de choses. L'activité volcanique semblait sommeiller. Elle vient de se manifester brusquement. Depuis quelques semaines, l'île est secouée par des tremblements de terre et paraît avoir subi un mouvement de bascule du nord au sud. Certaines parties du littoral se sont élevées d'environ un mètre.

On signale des feux jaillissants au centre de l'île. Des maisons se sont écroulées par suite des oscillations

du sol. Des sources ont tari; toutes les citernes d'un village se sont brusquement vidées. Les falaises basaltiques se sont écroulées sur certains points, et la côte, plus ou moins rectiligne auparavant, présente aujourd'hui des anfractuosités profondes qui rappellent les fjords de Norvège. Un volcan nouveau a surgi du sein des flots.

M. le professeur Riccio a été envoyé, par le gouvernement italien, pour étudier ces phénomènes. Les détails de l'émission ne sont pas encore connus. Tout porte à croire que l'on est en présence de phénomènes semblables à ceux qui, en 1831, ont accompagné la soudaine apparition de l'île Julia, demeurée célèbre dans les annales des sciences géologiques. La *Revue* aura prochainement l'occasion de revenir sur ce sujet.

G. RAMOND.

L'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire

On annonce pour le 1^{er} janvier prochain, chez les éditeurs Gauthier-Villars et Masson, les premiers volumes d'une grande publication dirigée par M. Léauté, membre de l'Institut, sous ce titre : *Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire*.

Cette Encyclopédie, qui comprendra toutes les sciences appliquées, depuis la mécanique, l'électricité, l'art de l'ingénieur, la physique et la chimie industrielles, etc., jusqu'à la biologie et la médecine, se composera de petits volumes d'un caractère pratique sous une forme condensée, très au courant de la science, publiés rapidement et avec régularité, signés chacun d'un nom autorisé. Le catalogue des 300 ouvrages qui paraîtront successivement et des séries qu'ils formeront sera donné sous peu de jours.

¹ Les coordonnées sont :

36° 44' 45" — 36° 52' Latitude Nord.
9° 32' — 9° 43' 45" Longitude Est.

La superficie de l'île est de 103 kilomètres carrés; son périmètre, de 46 kilomètres. Sa population, répartie en 5 villages, se compose de 7.300 habitants.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

L'INDUCTION MAGNÉTIQUE ET LES PHÉNOMÈNES MOLÉCULAIRES

Certaines hypothèses sur les phénomènes moléculaires et la structure intime des corps permettent de concevoir la façon dont se produit l'induction magnétique et d'expliquer l'existence de l'aimantation résiduelle. Je me propose d'exposer les expériences que j'ai faites à ce sujet.

Quand un morceau de fer, de nickel ou de cobalt est aimanté par induction, l'état magnétique pénètre le morceau entier; ce n'est pas seulement un changement superficiel. Brisez ce morceau en autant de fragments que vous voudrez; vous verrez que chacun de ces fragments est un aimant. En cherchant une théorie magnétique, il faut pénétrer dans l'organisation même de la matière, recourir aux molécules.

A priori deux hypothèses paraissent admissibles. On peut supposer, avec Poisson, que chaque molécule s'aimante quand elle est dans un champ magnétique. On peut aussi admettre la théorie de Weber, d'après laquelle chaque molécule de fer est un aimant dont l'induction ne fait que changer l'orientation. Dans cette théorie, un morceau de fer, vierge de toute aimantation, ne présenterait aucun pôle, — bien que ses molécules soient elles-mêmes des aimants, — parce qu'elles sont pêle-mêle quant à la direction et ne se trouvent pas plus orientées d'un côté que d'un autre. Mais aussitôt qu'on les soumet à l'action inductrice du champ, elles changent d'orientation et viennent se placer dans la direction du courant; tout se passe comme si chaque particule élémentaire présentait un pôle magnétique.

Tous les faits confirment l'hypothèse de Weber. Il en est un que je dois indiquer tout de suite, car il se présente comme la conséquence de sa théorie : cette théorie exige que, lorsque les aimants moléculaires se trouvent tous tournés dans la même direction, le morceau ait reçu toute l'aimantation dont il est capable. Si donc l'hypothèse de Weber est conforme à la réalité, il faut nous attendre à trouver une limite à l'aimantation produite dans un morceau de fer ou de tout autre métal susceptible de s'aimanter sous l'action d'un champ magnétique, si puissante que puisse être cette influence. Or, c'est là le fait qu'on observe. Le phénomène de la saturation a été établi il y a nombre d'années déjà à la suite d'expériences qui fixèrent la limite de l'intensité d'aimantation.

Lorsqu'un morceau de fer est placé dans un champ magnétique, il ne devient saturé que si le champ est extrêmement fort. Un champ faible ne produit que très peu d'aimantation; à mesure qu'on augmente sa puissance, l'aimantation augmente jusqu'à une certaine limite. Cela montre que les molécules ne s'alignent que lentement sous l'influence inductrice. La résistance des molécules est vaincue à mesure que croît la puissance du champ. Quelle est la force qui empêche les molécules de se rendre immédiatement à l'influence *orientante* du champ, et d'où vient cette force? Enfin, comment se fait-il que les molécules, après avoir été déplacées, ne retournent que partiellement à leur place, et non pas d'un coup toutes ensemble

aussitôt que l'action du champ vient à cesser?

Je crois qu'on peut résoudre ces questions d'une façon satisfaisante et complète en tenant compte des actions que les molécules exercent nécessairement les unes sur les autres par cela même qu'elles sont des aimants. Nous allons étudier cette question en examinant la façon dont se comportent des groupes de petits aimants montés sur des pivots comme des aiguilles de boussoles, libérés par conséquent de tourner, mais influencés chacun par la présence de ses voisins.

Examinons d'abord ce qui arrive lorsqu'un morceau de fer, d'acier, de nickel ou de cobalt est aimanté par un champ dont la puissance augmente graduellement : nous pouvons faire l'expérience en plaçant un morceau de fer dans une bobine et en lançant un courant qui croîtra progressivement, notant à chaque phase le degré d'aimantation acquise et la puissance du champ.

L'observation du rapport entre la force magnétisante et le moment magnétique n'est pas facile : la courbe qui le représente (fig. 1) montre que

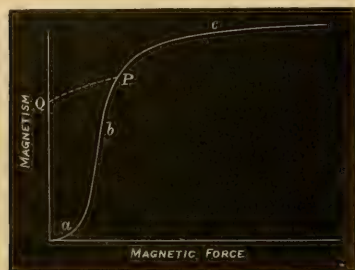


Fig. 1.

le processus comprend trois phases bien distinctes. Dans la première (*a*) l'aimantation n'est acquise que lentement : si nous acceptons l'interprétation de Weber, les molécules ne répondent pas immédiatement ; elles sont lentes à se remuer. Dans la seconde phase (*b*) leur résistance est bien moindre, car l'accroissement de l'aimantation suit de très près l'augmentation de la puissance inductrice. Dans la troisième (*c*) l'accroissement d'aimantation devient peu sensible : on voit qu'elle s'approche de très près de l'état de saturation, bien que l'action inductrice soit encore loin de son terme. Si l'on suit le progrès de cette action jusqu'au point *P*, et si l'on supprime graduellement le courant de la bobine, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus aucun champ magnétique, on obtient la courbe qui figure la ligne pointillée *PQ* ; la hauteur de

Q correspond à la totalité de l'aimantation, dite *rémnente* ou *résiduelle*, qui subsiste après induction.

Lord Rayleigh a montré que, dans la première phase (*a*), il ne se produit que peu ou point d'aimantation résiduelle ; pendant toute la durée de la seconde phase (*b*), on en trouve, au contraire, une grande quantité ; dans la troisième phase (*c*) il y en a seulement un peu plus qu'à la fin de la seconde. Donc l'action orientante qui s'exerce sur les molécules au début de l'induction (*a*) ne con-



Fig. 2.

tribue aucunement à l'aimantation rémanente. La dernière phase (*c*) n'y intervient guère, tandis que la seconde, en *b*, agit puissamment pour créer l'aimantation résiduelle.

La distinction de ces trois états *a*, *b*, *c*, est inégalement nette suivant les métaux. Pour les voir manifestement séparés, il y a manière d'employer la puissance inductrice. M. Nagaoka, — chef d'une légion de travailleurs japonais qui expriment par des découvertes leur reconnaissance aux savants de l'Occident, — a fait à ce sujet une jolie expérience. Il a montré que, lorsqu'un morceau de nickel est soumis à la fois à une traction et à une rotation dans un champ de puissance croissante, la première phase de son aimantation (*a* fig. 2) se prolonge d'une façon exceptionnelle, tandis que, dans la seconde, l'influence est subite (*b*).

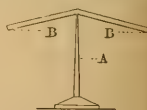


Fig. 3. — A, pivot. B, B, aimant.

Le rapport de ces faits avec la théorie moléculaire va devenir évident, si nous examinons les systèmes de petites tiges aimantées, montées sur pivot, que j'ai imaginées pour figurer d'une façon grossière les particules élémentaires d'un métal susceptible d'aimantation.

On peut faire de grands modèles où les aimants sont des morceaux d'acier en feuilles, les uns coupés en barres plates, d'autres taillés en forme de

brillants à deux pointes, d'autres ressemblant à des champignons ou à des ombrelles (fig. 3); dans ceux-ci le champ magnétique est produit par une



Fig. 4.

pour imiter les actions mutuelles des molécules à l'intérieur des corps soumis à l'aimantation.

Mettons d'abord un seul barreau aimanté sur le plateau. Lorsque le champ (y compris le champ



Fig. 5. — H, direction du courant.

la direction de la force, rien (sauf un très léger frottement sur le pivot) ne l'empêchant de tourner.

Maintenant, essayons deux aimants, le courant inducteur étant ouvert : nous voyons qu'ils ont une volonté. Nous pouvons les remuer ou les déran-



Fig. 6.

ger : ils reviennent pointer dans la même direction, le nord d'un côté et le sud de l'autre (fig. 4). Si on les dérange, ils reviennent à cette même position : la figure qu'ils dessinent reste la même. Observons ce

bobine de fil de laiton isolé; le fil est enroulé autour d'un grand châssis de bois et placé sous les aimants. Quelques-uns de ceux-ci, montés sur un réseau horizontal de tiges articulées, sont susceptibles d'écart ou de rapprochement; cette disposition permet de varier facilement les distances respectives des aimants

terrestre) n'agit pas, ce barreau peut pointer dans n'importe quelle direction, n'ayant pas de préférence. Mais aussitôt qu'on emploie un champ magnétique, même très faible, le pivot tourne dans

la même direction, le nord d'un côté et le sud de l'autre (fig. 4). Si on les dérange, ils reviennent à cette même position : la figure qu'ils dessinent reste la même. Observons ce

que (fig. 6); le lien qui unit les deux aiguilles aimantées semble brisé; elles se tournent alors de façon à constituer chacune une ligne presque parallèle à la direction du courant.

Diminuons graduellement la puissance du champ : nous constatons alors que les aiguilles sont lentes à retourner sur leurs pas; après un léger balancement, elles reprennent cependant leur position première (fig. 4).

Si nous devons représenter un morceau de fer comme formé d'un grand nombre de paires

d'aimants moléculaires de cette sorte, chaque paire étant assez éloignée de sa voisine pour n'en point subir l'influence, nous pourrions déduire de cette hypothèse un grand nombre de propriétés magnétiques correspondant à celle qu'on observe, mais non pas à toutes : celles que l'on connaît. Nous ne pourrions pas, en particulier, rendre compte de

toute la quantité de magnétisme rémanent que l'on trouve après l'expérience. Pour établir un rapport entre les idées et les faits, il est nécessaire de considérer que les molécules doivent former de nouveaux liens lorsque les anciens sont rompus; leurs relations sont d'un ordre plus compliqué que les mouvements

d'ensemble, seuls visibles, du solide qu'elles constituent : chaque molécule est membre d'une grande famille, et probablement peut être influencée par ses voisines.

Nous nous ferons une meilleure idée de ce qui



Fig. 7.

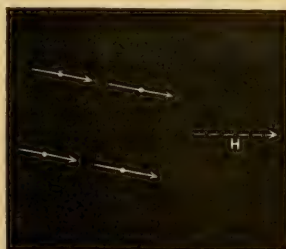


Fig. 8.



Fig. 9.

arrive en examinant quatre aimants (fig. 7). D'abord, en l'absence de champ inducteur ils se groupent par paires. Et, comme dans le cas précédent, aussitôt la force inductrice appliquée, ils se déplacent peu à peu, ainsi que je l'ai indiqué au degré α du processus magnétique. Vient ensuite l'instabilité. Le premier lien brisé, les aimants oscillent violemment, mais, trouvant une nouvelle possibilité de former un système stable (fig. 8), ils s'y arrêtent. Enfin, le courant inducteur devenant plus fort, ils s'alignent tous les quatre parallèlement à la direction du courant (fig. 9).

Les figures 10, 11 et 12 montrent ces trois mêmes états dans des groupes diversément composés. D'abord si, pour une cause quelconque, le groupe est agité, les aimants se placent pêle-mêle, ce qui ne donne aucune polarité résultante pour ce groupe (fig. 10). Une force faible ne produit guère



Fig. 10.

plus d'effet qu'une torsion quasi-élastique; une force plus grande brise les lignes anciennes pour en former de nouvelles plus inclinées vers la direction de la force (fig. 11). Une force très grande amène la saturation (fig. 12).

Dans un morceau de fer réel il y a des multitudes de groupes différemment orientés, peut-être aussi différemment disposés quant aux distances de leurs éléments. Quelques-uns se trouvent à la deuxième phase, alors que d'autres en sont encore à la première, etc. La courbe de l'induction ne saurait donc être constituée par une ligne brisée à coude accentué; elle ne peut être qu'une ligne à angles arrondis (fig. 4).

Observons en outre comment ces réunions d'aimants élémentaires s'accordent avec ce que j'ai

dit du magnétisme rémanent. Si nous arrêtons la puissance inductrice avant la première phase, l'effet

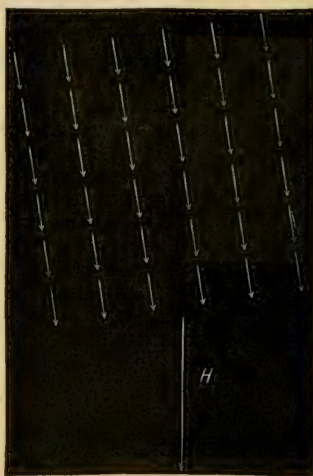


Fig. 11.

s'évanouit avant qu'aucun des aimants se soit déplacé. Mais si nous poussons l'aimantation jusqu'à une déclinaison complète des particules élémentaires, celles-ci restent en dehors du champ dans la position où on les a placées (fig. 11), et une partie de l'aimantation persiste. Encore les déclinaisons quasi-élastiques qui se produisent pendant la troi-



Fig. 12.

sième phase n'ajoutent-elles rien à l'aimantation résiduelle.

Notons ensuite ce qui arrive quand, après avoir appliqué la force magnétique, on la retire pour la faire agir dans une direction opposée. Il n'y a d'abord qu'une très petite réduction de la polarité formant résidu, jusqu'à ce qu'on obtienne un commencement de mouvement; alors la cassure se produit d'une façon précipitée. Nous trouvons là une image assez saisissante de ce que l'on constate réellement quand on observe un morceau de fer ou de tout autre métal magnétique dans un cycle d'induction (fig. 13). Au cours de ce phénomène, il se produit en effet une *boucle* dans la courbe qui indique la relation entre l'aimantation et la force inductrice. Le changement du magnétisme induit entraîne toujours un changement corrélatif de la puissance inductrice avec un retard dans ce changement. C'est cette tendance au retard qu'on appelle l'*hystérésis*.

L'hystérésis se manifeste quand l'aimantation d'un métal magnétique vient à modifier, de n'importe quelle façon, la force inductrice, à moins

que ces changements ne soient si petits qu'on puisse les classer dans ce que j'ai appelé le premier degré (α , fig. 1). Le magnétisme rémanent n'est qu'un cas particulier de l'hystérésis.

L'hystérésis se produit, quels que soient les caractères ou la cause du changement magnétique, pourvu qu'il entraîne l'orientation des molécules. Les mouvements moléculaires qui produisent le changement d'aimantation ne sauraient être subitement détruits par les forces mêmes qui ont déterminé ces mouvements: ils cessent d'une façon successive comme quand la puissance inductrice est supprimée.

Nous savons d'autre part que, lorsque l'action magnétisante exercée sur un morceau de fer ou d'acier est renversée ou subit un changement cyclique quelconque, une partie du travail est employée à l'opération: le fer ne reçoit de l'énergie que pendant une phase, et la restitue pendant l'autre; mais si le cycle est considéré dans son ensemble, alors il y a une perte sèche ou plutôt dé-

pense inutile d'énergie. Remarquons que cette perte est proportionnelle à la boucle dans nos graphiques.

L'énergie consommée est restituée sans effet utile sous la forme de chaleur. C'est ainsi que le noyau de fer d'un transformateur dont le magnétisme est renversé à chaque passage du courant alternatif, tend à s'échauffer. En réalité, la perte d'énergie qui résulte de l'hystérésis réduit de beaucoup l'efficacité des systèmes qui distribuent l'électricité au moyen de courants alternatifs. C'est là la principale raison pour laquelle ils absorbent, pour chaque unité d'élec-

tricité consommée, plus de chaleur que les systèmes à courants continus.

La théorie moléculaire indique comment cette perte d'énergie se produit. Quand la molécule devient chancelante, puis perd tout à coup l'équilibre, elle oscille et provoque l'oscillation de ses voisins, jusqu'à ce que leurs oscillations soient amorties par les courants induits tourbillonnaires qu'elles engendrent dans la masse conductrice ambiante.

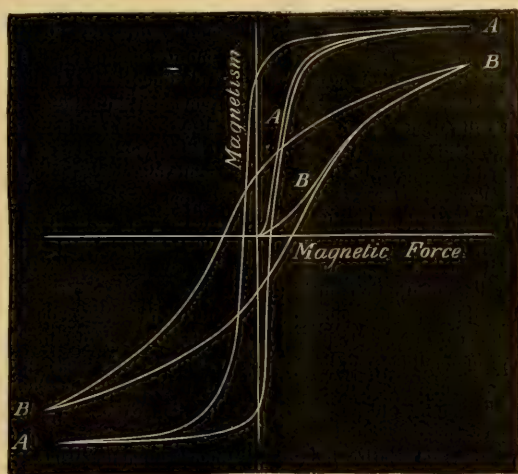


Fig. 13. — Cycle réversible de l'action inductrice dans un morceau de fer doux (AA) et dans le même métal ayant subi une traction (BB).

Le travail utile qui se fait pendant que la molécule tombe est moindre que le travail qui se produit lorsqu'elle se remet en place dans la phase symétrique du cycle. Ceci est une simple déduction mécanique du fait que le mouvement offre des états instables.

Dans cet article, je ne puis donner que quelques aperçus sur les faits obscurs et compliqués qu'éclaircit la théorie dès qu'on admet que la contrainte des molécules est due à leur action mutuelle comme aimants.

On sait depuis Gilbert que la vibration facilite beaucoup le phénomène de l'induction magnétique. Que l'on frappe violemment sur un morceau de fer pendant qu'il est dans le champ inducteur, il en résultera une grande augmentation du magnétisme introduit; si l'on examine les états successifs de ce processus tandis qu'on tient le fer en vibration, on trouve que le premier degré (α) est sensiblement supprimé et qu'il y a une rapide et croissante augmentation de magnétisme presque à partir du

commencement de l'opération. Ceci est facile à comprendre. La vibration fait osciller les aimants moléculaires et leur permet, en rompant leurs liens primitifs, de répondre par une légère déclinaison aux forces qui les sollicitent. Pour la même raison, la vibration doit tendre à réduire le résidu magnétique qui subsiste lorsque la puissance inductrice est absorbée; c'est en effet ce que constate l'expérience.

Peut-être le plus sûr moyen pour montrer l'influence de la vibration est-il d'appliquer d'abord une faible force magnétique avant de frapper. Si la force arrive presque à la limite de la phase α , un grand nombre d'aimants moléculaires sont, pour ainsi dire, sur le point de chanceler, et, lorsqu'on frappe le morceau de fer, ils tombent l'un sur l'autre comme un château de cartes, et le magnétisme s'accroît brusquement. La vibration exerce toujours quelque effet de ce genre, même lorsqu'il n'y a aucune disposition spéciale du champ.

Outre la vibration, d'autres causes agissent aussi de la même façon en précipitant le morcellement des groupes moléculaires lorsque leurs liens sont déjà tendus. Il en est ainsi du changement de température ou bien de l'application ou modification d'un effort mécanique : supposons, par exemple, que nous tendions un fil de fer suspendu dans un faible champ magnétique, en lui faisant porter un poids. La première fois que nous plaçons le poids, le magnétisme du fil augmente, quelquefois beaucoup, en raison de l'action que je

viens de décrire (fig. 14). Les molécules étant sur le point de tomber, le léger effort du poids suffit pour les entraîner. Retirons le poids : il n'y aura plus qu'un très petit changement dans le magnétisme, car la plus grande partie du mouvement moléculaire ne disparaîtra pas aussitôt que le poids sera retiré. Remettons le poids : nous ne trouverons qu'une légère différence ; il y a encore des traces du premier mouvement provoqué par le poids ; c'est-à-dire qu'il reste quelques groupes de molécules dont les liens n'ont pas été brisés dans la première ap-

Fig. 14. — Les abscisses se rapportent au Poids (Load).

plication et qui cèdent, maintenant qu'elles ont perdu l'appui de leurs voisins entrées dans de nouvelles combinaisons. En réalité on peut appli-

quer et retirer le poids plusieurs fois (fig. 14), et c'est seulement lorsque ce procédé a été plusieurs fois employé qu'on voit la variation d'aimantation produite par l'extension contrebalancer exactement le changement de magnétisme, consécutif au retrait du poids.

Lorsqu'en effet nous observons une altération physique dans l'état magnétique du fer, il faut distinguer entre l'effet primitif, qui est souvent très grand et ne peut être annulé, et le dernier effet, perceptible seulement après plusieurs répétitions du processus qui rend en quelque sorte fixe la structure moléculaire. Des expériences sur les effets de la température, de la tension et d'autres facteurs, ont montré depuis longtemps que cette distinction est très importante : la théorie moléculaire la rend extrêmement intelligible.

Cette théorie rend compte aussi d'un autre résultat très curieux de l'expérience. Lorsque nous avons plusieurs fois chargé et déchargé un fil de fer, de telle sorte que l'effet ne soit plus compliqué par l'action primitive que j'ai décrite, nous trouvons encore que les changements magnétiques survenus sous l'action du poids, ne sont pas simplement détruits lorsque le poids est retiré. Séparons le poids en en plusieurs parties : nous voyons que le magnétisme a deux valeurs différentes, en montant et en descendant, pour une seule et unique valeur intermédiaire du poids. Les changements d'aimantation restent en arrière sur les changements de poids : en d'autres termes, il y a de l'hystérésis dans les rapports du magnétisme et du poids (fig. 15). Ceci arrive parce que chaque fois plusieurs des groupes moléculaires se trouvent brisés pendant le chargement, et rétablis pendant le déchargement. En conséquence, le chargement et le déchargement exigent la dépense d'une petite quantité d'énergie, laquelle se convertit en chaleur et chauffe le métal.

Il en résulte une conclusion remarquablement intéressante. Cette hystérésis, avec la perte d'énergie qu'elle entraîne, se produira aussi, même quand il n'y aura aucune aimantation d'ensemble du morceau de fer : c'est une conséquence forcée de la théorie qui fait des molécules autant d'aimants. Nous devons trouver et l'expérience établit la loi suivante : Lorsque le fil de fer est chargé d'un poids et déchargé, même en dehors de tout champ inducteur et sans aimantation, le changement que le poids apporte à ses qualités physiques, entraîne une hystérésis. En particulier, si l'on fait varier le poids du corps tenseur, la longueur du fil sera, pour un même poids, moindre pendant la charge que pendant la décharge, de sorte que du travail sera perdu dans chaque cycle. Il ne peut y

¹ Phil. Trans., 1885, p. 614.

avoir d'élasticité parfaite dans un métal susceptible d'aimantation, à moins cependant que la direction de l'effort soit tellement fixe qu'elle ne permette pas aux molécules de chanceler. Ceci se rapporte au fait, bien connu des ingénieurs, que les nombreuses répétitions d'un effort, inoffensif en lui-même, exercent un effet dangereux sur la structure du fer et de l'acier.

La théorie projette aussi quelque lumière sur le

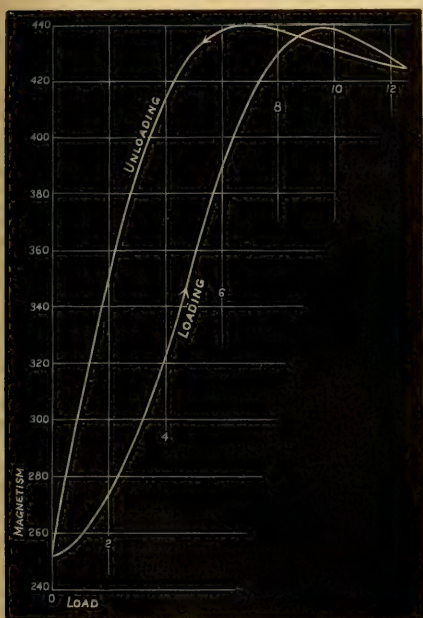


Fig. 15. — Les abscisses se rapportent au poids (Load) — Unloading = déchargement; loading = chargement.

phénomène du retard dans l'aimantation. Si l'on place un morceau de fer dans un champ magnétique constant, il ne prendra pas subitement autant de magnétisme que si on l'y laisse longtemps. La gradation est très sensible lorsque le champ est faible et le morceau de fer épais. Observons la façon dont se dissocie un groupe de petits aimants soumis à une force magnétique : nous constatons d'abord que le phénomène met quelque temps à se produire ; la première molécule qui cède est une molécule limite, relativement peu attachée au reste, comme peuvent nous apparaître les molécules à la surface d'un morceau de fer. Elle tombe, et ses voisines, affaiblies par la perte de son appui, imitent successivement sa chute ; le trouble se propage dans tout le groupe, de molécule en molécule. Dans un très petit morceau de fer — un fil par exemple — il y a tant de molécules à la surface et

par conséquent tant de points qui peuvent devenir la source de désordres, que la séparation de la communauté moléculaire disparaît trop vite pour rendre le processus quelque peu appréciable.

Les effets de la température peuvent aussi être interprétés au moyen de la théorie moléculaire. Quand le fer, le nickel ou le cobalt sont chauffés dans un champ magnétique faible, on observe que leur susceptibilité magnétique augmente jusqu'à une certaine valeur ; puis une température plus élevée fait évanouir presque subitement et complètement les propriétés magnétiques.

La fig. 16, empruntée aux travaux d'Hopkinson, montre ce qui arrive lorsque la température d'un morceau d'acier augmente. La destruction subite d'aimantation a lieu lorsque le métal est chauffé à blanc ; la qualité magnétique revient lorsqu'il est

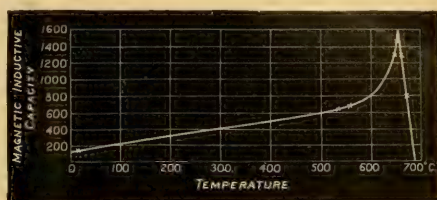


Fig. 16.

suffisamment refroidi pour cesser de brûler. Quant à ce qui a trait au premier effet, — l'augmentation de susceptibilité à l'aimantation corrélatrice de l'accroissement de température, — je crois que c'est une conséquence de deux effets de la chaleur indépendants. Le métal subit dans sa structure interne une extension qui éloigne considérablement les centres moléculaires. Mais la liberté avec laquelle les molécules obéissent à l'impulsion d'une force magnétique ne dépend pas seulement de cette circonstance ; elle peut être beaucoup plus influencée par l'état vibratoire. Par conséquent lorsque le champ est faible, la chaleur aide l'aimantation à se produire et quelquefois d'une façon puissante en précipitant le passage du degré *a* au degré *b* du processus inductif. On est donc en droit de se demander si la perte subite de propriété magnétique à une haute température n'est pas due aux vibrations, alors assez violentes pour chasser les molécules dont la polarité ne peut plus servir à produire l'aimantation. Nous savons d'autre part que dans le passage de l'état magnétique à l'état non magnétique il y a un changement moléculaire profond : la chaleur est absorbée ; elle est restituée quand le changement contraire a lieu. Laissons refroidir un morceau de fer à partir du rouge ; le métal s'étend comme l'a montré Gore au moment précis où se

produit le changement de température : puis il paraît tout à fait terne; mais bientôt, de lui-même, il redevient rouge, suivant la belle observation de Barret, par suite de la rétraction de ses molécules ¹.

Les changements qui se produisent dans le fer et l'acier par l'effet de la température semblent compliqués, et je n'indique l'expérience précédente qu'à titre de suggestion pour les recherches. Peut-être l'explication complète des faits appartient-elle autant à la Chimie qu'à la Physique.

M. Arthur Hoopes, de New-York, donne au sujet de ces faits une intéressante illustration ². Il a construit la courbe des rapports entre un groupe de petits aimants sur pivots et le champ magnétique, quand le champ est mis en action, supprimé, renversé, et ainsi de suite.

Les lignes ainsi obtenues sont remarquables, car elles sont identiques, quant à la forme et l'ordre de succession, aux courbes que nous savons être celles du fer solide lui-même.

Les modèles que nous venons d'examiner offrent, je crois, en Physique un avantage plus général que celui d'indiquer simplement le processus de l'aimantation. Les molécules des corps peuvent avoir une

polarité qui ne soit pas d'ordre magnétique, polarité due, par exemple, à l'action de l'électricité statique; sous son influence les molécules se groupent en effet d'après des formes stables, de telle sorte qu'il y a dissipation d'énergie quand on brise ou qu'on rétablit ce système. Lorsqu'on allonge un corps solide au delà de sa limite d'élasticité, on perd sans retour du travail, comme s'il se produisait un frottement interne. Et à quoi ce frottement interne est-il dû, sinon à la rupture et à la formation de liens moléculaires? Si le fait existe dans le cas du frottement interne, pourquoi n'existerait-il pas aussi dans le travail externe qui oblige le travail à se perdre lorsque deux corps frottent l'un sur l'autre? Clerk Maxwell, dans un remarquable passage d'un de ses écrits ³, émet l'idée qu'un grand nombre de phénomènes irréversibles de la Physique sont dus à la rupture et à la reconstruction de groupes moléculaires. Les modèles nous aident donc à comprendre la pensée de Maxwell; en les étudiant dans cet article, nous avons fait, je crois, un grand pas dans la voie que cet illustre guide nous a montrée ².

J. A. Ewing.

de la Société royale de Londres,
Professeur à l'Université de Cambridge

L'EXPÉDITION SCIENTIFIQUE DE L' « ALBATROS »

TROIS LETTRES DE M. ALEXANDRE AGASSIZ

Chercheurs persévérants et sagaces, les Américains du Nord ont apporté, dans les études d'histoire naturelle, les qualités d'initiative et de raison qui les ont placés au premier rang dans les luttes industrielles et commerciales. Après avoir donné le signal des grandes explorations sous-marines en équipant le *Corvin* en 1867 et le *Bibb* en 1868, pour étudier les profondeurs du Gulf-Stream, ils se lancèrent dans des expéditions plus étendues avec le *Hassler* (1872), qui doubla le cap Horn, ou étudièrent presque minutieusement, à bord du *Blake*, la zone plus restreinte des Antilles, de la Floride et du golfe du Mexique. Dans ces campagnes multiples, ils recueillirent des richesses considérables que purent égaler, mais non surpasser, les merveilleuses récoltes qui ont depuis donné tant d'éclat aux recherches désormais célèbres du *Challenger*, du *Travailleur* et du *Talisman*.

Mais c'est surtout les mers orientales du Nouveau-

Monde que les Américains avaient explorées jusqu'ici; quand elles eurent abandonné leurs trésors et livré la plupart de leurs secrets, ils résolurent d'étudier, avec la même précision scientifique, les mers occidentales qui baignent leur continent. Ils aménagèrent à cet effet un excellent steamer, l'*Albatros*, déjà connu par ses dragages sur la côte orientale des États-Unis, et confièrent la direction scientifique de l'expédition au savant naturaliste du *Blake*, M. Alexandre Agassiz.

L'expédition commença le 22 février dernier et comprit trois campagnes successives. Dans la première fut explorée la baie de Panama, et notamment la zone comprise entre Panama, l'île des Cocos et l'île Malpelo; dans la deuxième, l'espace compris entre Panama, les îles Galapagos et Acapulco, à travers le courant de Humboldt; dans la troisième enfin le Golfe de Californie et les mers voisines, à partir du cap Corrientes sur la côte du Mexique.

¹ Expérience montrant la rétraction des molécules et le retour de la chaleur, au moyen d'un long fil de fer, chauffé à blanc par le courant électrique.

² Son Mémoire publié cette année dans l'*Electrical-World*, a paru aussi dans l'*Electrician* du 29 mai 1891.

³ *Encyc. Brit. Art. Constitution of Bodies.*

² Cet article est extrait d'une conférence de l'auteur à la *Royal Institution*, publiée par le journal anglais *Nature* du 15 octobre 1891.

Les résultats généraux de ces recherches viennent d'être consignés dans trois lettres¹ adressées par M. Alexandre Agassiz au colonel Mac Donald, commissaire des pêcheries aux États-Unis d'Amérique. Ils sont du plus haut intérêt en ce sens qu'ils apportent des données suffisamment précises sur les relations qui ont existé aux époques géologiques entre les mers orientales et occidentales du Nouveau-Monde et sur les modifications que les organismes de ces mers ont dû subir depuis la formation de l'isthme. D'ailleurs M. Agassiz a réalisé des expériences d'une très grande précision pour déterminer la distribution verticale des faunes dans l'Océan, et il paraît avoir réglé bien définitivement (c'est là peut-être le résultat principal de l'expédition) la question si longtemps débattue des faunes océaniques intermédiaires.

Au lieu de suivre M. Agassiz dans chacune de ces trois campagnes, nous croyons plus utile d'étudier successivement : 1° la distribution verticale des faunes dans les océans ; 2° les caractères généraux de la faune dans les eaux explorées par l'*Albatros* ; 3° l'histoire naturelle des îles Galapagos, dont l'illustre Darwin avait esquissé les premiers traits.

I. — DISTRIBUTION VERTICALE DES FAUNES

M. Agassiz commence par tracer une esquisse rapide des diverses opinions jusqu'ici émises sur la distribution verticale des animaux dans les Océans. « Je me suis toujours plus ou moins intéressé à l'étude des faunes pélagiques, écrit-il, et pendant mes premiers voyages à bord du *Blake*, j'avais porté la plus grande attention à leur distribution verticale ; aussi éprouvais-je le désir bien naturel de concilier les expériences et les opinions des naturalistes du *Challenger* et de la *Gazelle* et mes observations personnelles. Murray et Studer pensent l'un et l'autre qu'entre la faune pélagique et la faune des profondeurs, il existe dans les Océans une faune qu'on pourrait appeler intermédiaire, qui a ses espèces propres et qui ne présente rien de commun avec les deux autres. Je soutenais d'autre part, d'après mes expériences du *Blake*, qu'une telle faune intermédiaire n'existe pas, mais que la faune pélagique peut descendre, pendant le jour, à des profondeurs considérables pour échapper aux effets de la lumière, de la chaleur et à l'influence troublante des vents de surface ; j'a-

joutais même que la faune de surface, dans les eaux américaines de l'Atlantique, ne devait pas descendre beaucoup au-dessous de 150 à 200 brasses, quand on l'étudie loin des côtes et en eau profonde. Dans le but de vérifier ces assertions, le Dr Chun entreprit une série d'expériences près des îles Ponza, sous les auspices de la station de Naples. Il se servit d'un filet traînant qu'il pouvait fermer, au moment voulu, à l'aide d'un appareil spécial, et dont il put se servir jusqu'à 1,400 mètres de profondeur, mais toujours à une distance relativement faible du continent et des îles du golfe de Naples ; il formula ses conclusions en disant que « la faune pélagique existe à tous les niveaux jusqu'au fond ».

Effectuées au voisinage plus ou moins immédiat des côtes, et dans une mer fermée dont la température ne varie point au même degré que celle des Océans, les expériences du Dr Chun prêtaient le flanc aux critiques et, dans tous les cas, ne parurent pas concluantes à M. Agassiz. C'est au large, dans la mer libre et profonde, que le naturaliste voulut les répéter à bord de l'*Albatros*, en choisissant d'ailleurs un appareil qui pût capturer les organismes à un niveau déterminé et, suivant les besoins de l'observation, sur tout le parcours du filet depuis ce niveau jusqu'à la surface. Les filets constamment ouverts présentent en effet un inconvénient capital qui a dans une certaine mesure, entaché d'erreur la plupart des recherches sur la distribution verticale des faunes ; il capture non seulement les animaux de profondeur, mais aussi tous ceux qu'il rencontre sur sa route quand on le ramène à la surface ; il renferme ainsi un faune mixte dont les éléments hétérogènes sont très souvent fort difficiles à démêler. Le filet du capitaine Tanner, qui servait aux expériences de l'*Albatros* répondait aux exigences multiples des expériences les plus précises ; dans sa partie inférieure qui pouvait, au point voulu, se fermer automatiquement, étaient recueillis les organismes d'un niveau parfaitement déterminé ; dans la partie supérieure ouverte s'accumulaient, au contraire, ceux des niveaux plus élevés, à mesure que le filet était remonté vers la surface.

Les expériences réalisées par M. Agassiz, avec le filet Tanner, sont très nombreuses et ont été répétées en divers points, dans les trois zones indiquées plus haut. Je signalerai seulement ici quelques-unes des plus probantes et des plus curieuses :

« A peu près à mi-chemin entre le cap San-Francisco et les Galapagos, en un point où la sonde indiquait 1832 brasses, le filet Tanner fut descendu à une profondeur comprise entre 1739 et 1773 brasses, traîné entre ces deux limites 20 minutes environ durant, et hissé ensuite à bord. La partie inférieure ne renfermait rien que quelques fragments de

¹ Three letters from Alexander Agassiz to the Hon. Marshall. Mc Donald, U. S. Commissioner of Fish and Fisheries, on the Dredging Operations of the West Coast of Central America to the Galapagos, to the West Coast of Mexico and in the Gulf of California, in charge of Alexander Agassiz, carried on by the U. S. Fish Commission steamer *Albatross*, Lieut. Commander Z. L. Tanner, U. S. N. Commanding. — *Bulletin Museum Comp. Zool.*, t. XXI, 1891.

feuilles, mais la partie supérieure ouverte contenait les mêmes animaux de surface qu'avait précédemment recueillis le filet jusqu'à 200 brasses. C'étaient des Doliolum, des Appendiculaires, une Sagitta énorme et une autre de petite taille, un grand nombre de Lucifers et de Sergestes, plusieurs espèces de Schizopodes et de Copépodes, deux espèces d'Hypérines probablement parasites d'une Salpe qui fut trouvée en abondance, de nombreux Calanus finement colorés, quelques Isopodes, et des fragments attribués à un Béroé qui devait mesurer de 5 à 6 pouces (de 12 à 15 centimètres) de diamètre. Il y avait aussi des Leptocéphales, des spécimens de Stomias, de Scopelus, de Melamphos et d'autres animaux, dont plusieurs, tels que certains Schizopodes, avaient été jusqu'ici considérés comme caractéristiques des grandes profondeurs. Parmi les Méduses qu'on est convenu de considérer comme abyssales, plusieurs individus des genres Atolla et Periphylla furent trouvés dans la partie du filet restée ouverte. Je dois mentionner aussi, comme d'un intérêt tout spécial, un gigantesque Ostracode¹ qui fut en deux autres circonstances capturé par moins de 200 brasses; voisin des *Crossophorus*, cet Ostracode était revêtu d'une mince carapace à demi transparente et atteignait un peu plus d'un pouce de longueur, c'est-à-dire trois fois au moins la taille du plus grand Ostracode jusqu'ici connu. »

Quelle que fût la profondeur, les expériences donnèrent toujours le même résultat : de la surface jusqu'à 200 brasses la partie inférieure du filet ramenait les mêmes animaux que la partie supérieure restée ouverte; au-dessous de 200 brasses, et jusqu'à 100 brasses au moins du fond, le sac inférieur restait vide, mais le supérieur renfermait les espèces qu'on trouve ordinairement au voisinage plus ou moins immédiat de la surface; enfin, à moins de 100 brasses du fond, le sac inférieur pouvait ramener en quantité variable des espèces nageuses abyssales².

À la suite de ces expériences, la conclusion qui s'impose est celle qu'avait déjà proposée M. Agassiz, quand il fit ses recherches préliminaires à bord du *Blake* : *En mer ouverte la faune pélagique ne descend pas au-dessous de 200 brasses et se localise par*

conséquent dans les limites où la lumière et la chaleur sont susceptibles de produire quelque variation dans l'état physique des eaux. *Il n'y a pas de faune pélagique intermédiaire entre ce niveau et le fond; enfin les espèces abyssales restent confinées près du fond, et celles qui sont nageuses ne paraissent pas s'en éloigner à une distance supérieure à 100 brasses.*

Bien différente est la distribution verticale des faunes dans les mers closes, surtout à une faible distance des côtes : la limite inférieure des espèces pélagiques s'abaisse, la limite supérieure des espèces abyssales au contraire se relève et l'on peut arriver, par conséquent, à un mélange des faunes dans les niveaux intermédiaires ou même au voisinage du fond. « Le 23 avril, dit M. Agassiz, quelques heures avant d'atteindre Guaymas, nous fîmes un nouvel essai avec le filet Tanner, qui fut traîné entre 500 et 570 brasses, le fond étant par 620 brasses. Dans la partie inférieure du filet, qui revint complètement close, nous trouvâmes dans ce cas un Scopèle, un Pénéide et une Hyale » c'est-à-dire un mélange de formes pélagiques et de formes abyssales. Il est à noter que Guaymas est dans le Golfe de Californie, c'est-à-dire dans une mer intérieure peu largement ouverte vers le sud.

Toutes les expériences tentées dans le golfe de Californie, à une distance assez faible des côtes, donnèrent des résultats analogues et par conséquent assez semblables à ceux qu'obtint le D^r Chun dans la Méditerranée. M. Agassiz pense que ce mélange des faunes, dans les mers intérieures, doit être attribué, au moins en partie, à l'uniformité relative de la température des eaux. Dans la Méditerranée, par exemple, le thermomètre marque 56° F à 100 brasses de profondeur et reste sensiblement le même depuis ce niveau jusqu'au fond; dans la région du Pacifique où se trouvait l'*Albatros*, il variait de 49° à 53° par 200 brasses de profondeur, ce qui revient à dire que la Méditerranée, dans ses parties les plus profondes, a une température plus élevée que celle des bassins océaniques à la limite de 200 brasses.

II. — CARACTÈRES GÉNÉRAUX DE LA FAUNE ÉTUDIÉE PAR L'*Albatros*.

Faune pélagique. — Quelques mots suffiront maintenant pour compléter ce que nous avons dit plus haut sur la faune pélagique des eaux sillonnées par l'*Albatros*. Elle est beaucoup moins riche que celle des Indes occidentales, surtout dans la région de Panama où le filet de surface, à part quelques rares exceptions, ne ramena guère qu'un petit nombre de Salpes, de Doliolum et de Siphonophores. On connaît déjà les espèces plus nombreuses recueillies pendant la deuxième campagne, c'est-à-dire entre les Gala-

¹ Les explorations scientifiques des mers ont fait connaître jusqu'ici un certain nombre d'animaux qui peuvent être considérés comme gigantesques, étant donnés les groupes auxquels ils appartiennent. À côté des Ostracodes, des Béroés et des *Sagitta* de grande taille dont parle ici M. Agassiz, il faut citer le *Bathynomus giganteus*, espèce de Cloporte qui atteignait la taille du Homard et l'énorme Pyrosome que captura le *Talisman* à la surface de l'Atlantique.

² Les expériences tentées par M. Agassiz à moins de 100 brasses du fond paraissent peu nombreuses et, en tous cas, ont donné des résultats moins précis que les autres; elles sont d'ailleurs beaucoup plus difficiles à réaliser.

pagos et Acapulco ; aux formes déjà citées on peut ajouter toutefois des Hyales, des Criséis, des Diphyes, des Cristalloïdes, des Scopèles et, en certains points, des *Nautilograpsus* qui nageaient par myriades à la surface de l'eau. Dans le Golfe de Californie la faune pélagique était sensiblement la même ; le gigantesque Ostracode fut retrouvé, en compagnie d'une *Bougainvillea* nouvelle qui présentait huit groupes de tentacules marginaux et seulement quatre canaux chymifères.

Faune abyssale. — Comme la faune pélagique, la faune abyssale des mers explorées par l'*Albatros* est moins riche et beaucoup moins variée, surtout dans la région de Panama, que celle des Indes occidentales. Au reste, bien qu'elle présente des variations secondaires suivant les lieux et la nature des fonds, on peut la caractériser par un certain nombre de traits qui lui donnent une physiologie toute particulière.

Ce qui frappe au premier abord, c'est la pauvreté en Mollusques, en Crinoïdes et en Oursins, c'est l'absence à peu près complète de Coraux, mais c'est avant tout la rareté extraordinaire des Ophiures, ces Stellérides bizarres qui, dans les eaux américaines de l'Atlantique, grouillent parfois en telle abondance qu'ils occupent à eux seuls le fond de l'Océan. Les Étoiles de mer sont, au contraire, fort abondantes, mais semblables, en général, à celles des Antilles et du golfe du Mexique ; quant aux Holothuries, elles donnent à la faune des régions qui nous occupent un caractère spécial et sont surtout représentées par des espèces abyssales (du groupe des Elaspodes) qui présentent toutes, à divers degrés, des variations étonnantes dans l'épaisseur et la consistance des téguments.

A signaler en passant un *Cystechinus* de très grande taille, un *Calamocrinus* qui « présente un mode de fixation semblable à celui des Apiocrinidés fossiles », de curieux Bryozoaires du genre *Naresia*, une nouvelle espèce de Crustacé du genre *Willemasia*, une Actinie abyssale, et les Poissons caractéristiques des profondeurs, des *Ceratia*, des *Bathypteroïdes*, des *Bathynomus*, etc. Les Foraminifères n'étaient jamais nombreux à la surface, encore que la boue à Globigérines fut abondante en divers points ; par endroits, au contraire, s'étendait sur le fond, en masses énormes, un Foraminifère arénacé, qui formait des rubans sinueux, de longueur parfois démesurément grande ; attachés aux roches sous-jacentes ou simplement enfoncés dans la vase des abysses, ces Foraminifères gigantesques semblent se développer par anneaux concentriques plus ou moins réguliers et présentent une couleur vert-olive foncé quand ils arrivent à la surface. — Les Annélides sont celles qu'on trouve communément dans les profondeurs

de la mer des Antilles et du Golfe du Mexique ; elles sont pour la plupart linicoles et remplissaient parfois la drague ou le chalut, de leurs tubes abandonnés ; elles sont fréquemment accompagnées par des Planaires et de brillantes Némertes.

« Dans presque tous les groupes de la faune marine, conclut M. Agassiz, parmi les Poissons, les Vers, les Echinodermes et les Polypes, nous avons retrouvé les types ordinaires des eaux de la côte, dont la vaste distribution géographique était déjà orientale, avec un certain nombre de formes connues, mais que nous avons signalées pour la première fois dans cette partie de l'Océan Pacifique. Autant qu'on peut en juger, il paraît très évident aujourd'hui qu'il existe sur la côte occidentale de l'Amérique centrale, même dans les eaux profondes, une faune très importante, qui a son homologue dans les Indes occidentales et qui rappelle les temps précérétacés où la mer des Caraïbes¹ n'était tout simplement qu'une baie du Pacifique. En vérité, il existe dans les abysses, et jusqu'à un certain point même dans les eaux peu profondes, des genres qui manifestent des affinités plus grandes avec la faune du Pacifique qu'avec celle de l'Atlantique ; mais des explorations ultérieures permettront sans doute d'établir que certains de ces genres au moins doivent se ranger avec ceux dont la distribution géographique est très étendue. » Le savant naturaliste américain attribue d'ailleurs aux grands courants équatoriaux la distribution de certaines espèces sous toutes les longitudes dans l'océan Pacifique ; quant à la pauvreté relative de la faune dans les régions explorées par l'*Albatros*, elle serait due à l'absence de tout grand courant océanique trouvant à transporter, comme le Gulf-Stream, la masse de matériaux nutritifs dont s'emparent les animaux des profondeurs.

III. — LES ILES GALAPAGOS

M. Agassiz modifie singulièrement l'idée qu'on s'était faite jusqu'ici de l'Archipel des Galapagos : « En arrivant aux Galapagos au début d'un printemps très pluvieux, écrit-il, je fus frappé par le vert décor des terres, dont les pentes étaient couvertes de massifs relativement épais de buissons, d'arbustes et d'arbres de toute taille. Et je songeais malgré moi à la description de Darwin qui représente ces îles, au plus fort de la saison sèche, comme la suprême expression de la désolation et de l'aridité. Quel contraste ! On voyait bien çà et là, sur les rives, de longues traînées de blocs et de cendres volcaniques ornées de quelques maigres cactus, des espaces couverts d'une boue de même origine que les cendres, ou un gigantesque champ noir de roches volcaniques,

¹ La mer des Antilles.

fleuve de laves envoyé vers la mer par quelque ancien cratère; mais les grandes îles étaient recouvertes, ordinairement, par de vastes espaces d'une terre riche et fertile, tout à fait propre à la culture. Les tentatives faites à l'île Charles, où l'on voit une plantation abandonnée, et à l'île Chatham où M. Cobos a établi de grandes plantations et élevé de nombreux troupeaux, tout montre la fertilité de ces îles. Elles sont aussi favorablement situées, pour la culture, que les îles Sandwich ou Maurice, et il n'y a aucune raison pour qu'elles ne rémunèrent pas avec la même largesse leurs propriétaires, si elles sont bien cultivées. »

Les Galapagos sont tout entières d'origine volcanique; le prétendu grès qu'on y trouve est un calcaire oolithique peu compact, formé par les débris cimentés des coraux, des mollusques et des autres Invertébrés. Les coraux qui constituent la roche appartiennent pour la plupart au genre *Pocillopore* et vivent à quelque distance des côtes en masses plus ou moins étendues. Mais on n'observe jamais de vrais récifs coralligènes dans le district de Panama, sauf peut-être, si l'on en croit les cartes de l'Amirauté, celui de Clipperton, à 700 milles environ au sud-ouest d'Acapulco. « L'absence totale de récifs coralligènes dans le district, dit M. Agassiz, a été signalée déjà par d'autres naturalistes. D'après Dana, elle serait due à la basse température des eaux qu'amènent dans la baie de Panama, pour les diriger ensuite vers l'Ouest, le courant de Humboldt qui vient du Sud, et le courant froid qui vient du Nord en suivant la côte occidentale du Mexique et de l'Amérique centrale. D'après les recherches que vient d'effectuer l'*Albatros*, je suis plutôt porté à croire que l'absence de tout récif coralligène sur la côte occidentale de l'Amérique centrale est due à l'énorme quantité de vase qu'arrache aux flancs des collines et des mon-

tagnes chaque saison pluvieuse, et qui forme une couche à la surface de l'océan jusqu'à une distance très considérable des côtes... La vase, dans la baie de Panama, se dépose en lits fort épais, dont l'influence fâcheuse sur le développement des récifs coralligènes est, à coup sûr, considérablement accrue par le puissant apport de matières végétales qui se mêle aux dépôts terrigènes. »

M. Alexandre Agassiz s'occupe ensuite des origines de la faune et de la flore des Galapagos. Les courants de sens contraire qui suivent la côte des deux Amériques pour atteindre la baie de Panama et refluer ensuite vers l'Ouest, sont des agents de transport très actifs pour les animaux comme pour les plantes. Si l'on songe que le groupe volcanique des Galapagos est à 500 milles seulement de la côte de l'Equateur (pointe de Galera et cap San-Francisco) et à 600 milles à peine de Costa-Rica, si l'on observe, d'autre part, que la force des courants est fort grande et peut atteindre parfois 75 milles par jour, on comprendra très bien que des gravines, des fruits ou des masses végétales chargées d'animaux terrestres, puissent parcourir sans dommage la distance qui sépare les îles de la côte américaine. « La flore des Galapagos, en effet, se rapproche essentiellement de celle de l'Amérique, et leur faune présente des affinités étroites avec celle du Mexique, de l'Amérique centrale, de l'Amérique du Sud, et même avec celle des Indes occidentales, dont elle tire probablement son origine. Cette dernière observation n'est pas sans intérêt; comme l'étude des animaux marins recueillis par l'*Albatros*, elle nous montre les connexions étroites qui ont dû autrefois exister entre la région de Panama, la mer des Caraïbes et le Golfe du Mexique. »

E.-L. Bouvier.

Professeur agrégé
à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.

REVUE ANNUELLE DE MÉDECINE

La Revue annuelle de médecine de 1890 paraissait au moment même où il n'était question que de la découverte par Koch du remède de la tuberculose. De tous côtés des expériences étaient poursuivies avec ardeur, imposées même par l'opinion publique, là où, comme en France, les médecins répugnaient à essayer chez l'homme une substance dont ils ne connaissaient ni la nature, ni les effets. Ces expériences, alors trop peu avancées pour que nous ayons pu en rendre compte, ont donné des résultats tels et si connus de tous, que nous pouvons nous dispenser de les analyser dans notre Revue de 1891. En deux mots, il a été jugé universellement : que la tuberculine de Koch

ne pouvait être qualifiée de remède, puisque non seulement elle n'a pas guéri de malades, mais encore qu'elle a aggravé l'état de beaucoup d'entre eux; que la réaction produite chez les tuberculeux ne doit pas être recherchée au point de vue du diagnostic, en raison des dangers immédiats et éloignés qu'elle présente. C'est en vain que le P^r Ehrlich, au Congrès d'Hygiène de Londres, en a tenté une réhabilitation, en invoquant l'emploi de doses trop élevées du remède pour en expliquer les succès; son opinion n'a rencontré que des contradicteurs, le P^r Cornil, entre autres, qui sont venus à nouveau proclamer les dangers de la tuberculine.

I

Cet essai, pour le moins infructueux, étant donné les circonstances dans lesquelles il a été tenté, ne touche en rien à l'avenir de la bactériothérapie, mais il porte en lui un enseignement : c'est que, dans cette branche nouvelle de la thérapeutique, on ne doit jamais, sous aucun prétexte, se départir de la méthode aussi prudente que rigoureusement scientifique, suivie par Pasteur dans ses recherches relatives au traitement de la rage.

C'est en suivant les principes de cette méthode que MM. Grancher et H. Martin¹, expérimentant sur des lapins avec de la tuberculose aviaire, ont pu obtenir une action vaccinale du virus tuberculeux contre le virus tuberculeux lui-même. Les mêmes expériences les ont conduits à dire que le virus atténué contient vraisemblablement une substance vaccinale et une substance toxique. Le but à poursuivre serait donc de tenter l'isolement de ces deux substances. Dans cet ordre d'idées, un médecin anglais, William Hunter², recherchant les principes constituants de la tuberculine, les a trouvés au nombre de trois, de la nature des albumoses, alcaloïdes et matières extractives; les albumoses ayant les propriétés curative et inflammatoire, les autres les propriétés pyrétogènes. Il a pu obtenir quatre variétés d'extraits, dont deux seraient propres au traitement de la tuberculose : l'une ayant encore des propriétés inflammatoires, pouvant servir dans la cure des tuberculoses externes, l'autre, sans action phlogogène, dans celle des tuberculoses internes.

Ces travaux, fort intéressants d'ailleurs, demandent à être contrôlés et complétés par de longues et minutieuses recherches, et il est probable que longtemps encore les médecins devront avoir présente à l'esprit cette conclusion si pratique et si sage que MM. Grancher et Ledoux-Lebard³ formulaient en terminant une étude de tuberculose expérimentale : « La production si fréquente de néphrites et de paralysies par le virus tuberculeux ou par les substances chimiques qu'il élabore, doit nous mettre en garde contre les résultats éloignés de toute méthode thérapeutique, fondée sur l'emploi des substances tuberculeuses ou de leurs produits. »

Dans les conditions normales de leur existence, certains animaux sont réfractaires à certaines maladies; de ce fait est née l'idée de traiter une maladie infectieuse par le sang d'un animal réfractaire. C'est ainsi qu'ont été réalisés des essais de

traitement de la tuberculose par le sang ou le sérum de la chèvre, du chien.

C'est dans le cours de recherches relatives à un animal vaccinifère, rebelle à l'infection tuberculeuse, pour le substituer à la vache, que MM. Bertin et Picq (de Nantes)⁴ ont été conduits à faire dans un but thérapeutique, leurs injections de sang de chèvre à l'homme tuberculeux. Au préalable, ils ont fait de nombreuses expériences sur le lapin, desquelles il est résulté que cet animal injecté à la fois de culture bacillaire et de sang de chèvre, résiste à l'infection tuberculeuse, qu'il triomphe de cette infection lorsque l'injection de sang de chèvre est faite après celle de tuberculose. Chez l'homme, leur pratique consiste à faire tous les dix à quinze jours une injection intramusculaire de 15 à 20 grammes; celle-ci ne produit pas d'accidents sérieux, à peine des poussées d'urticaire; la douleur qu'elle provoque disparaît assez rapidement. Cette méthode semble avoir donné de bons résultats dans le cas de tuberculoses externe, pulmonaire au premier et même au second degré. — M. Bernheim⁵, aidé de MM. Garnier et Pellier, après avoir tenté en vain de rendre des chèvres tuberculeuses, même par des injections intraveineuses de cultures bacillaires, a essayé aussi de se servir du sang de chèvre, mais en l'employant directement par le passage de la carotide de l'animal dans la veine céphalique du malade, opération qu'il considère comme sans danger quand le manuel opératoire est bon. La quantité de sang transfusée est de 100 à 120 grammes en une minute, mais les premières séances ne doivent pas dépasser 15 à 20 secondes. D'après les quelques observations qu'il a faites, M. Bernheim pense que la tuberculose au début peut être ainsi favorablement modifiée. — MM. Richet et Héricourt⁶ ont eu l'idée de faire des injections de sérum de sang de chien, à la dose de 1 à 2 centimètres cubes, deux à trois fois par semaine; leurs premières injections à l'homme datent de décembre 1890; depuis lors, ils ont pu s'assurer qu'elles étaient absolument inoffensives, sans réaction locale : elles ne produisent pas d'abcès, déterminent assez souvent des crises passagères d'urticaire. Au point de vue thérapeutique, ils ont constaté que leur méthode ne donnait rien chez les tuberculeux anciens, chez les phthisiques à la troisième période; elle améliore les tuberculoses externes, les lupus, qui prennent bientôt une tendance marquée à la cicatrisation; elle améliore aussi localement les tuberculeux pulmonaires peu

¹ Comptes rendus du Congrès de la tuberculose, 1891.

² William HUNTER, Brit. Med. Journ., 25 juillet 1891. — Et Comptes rendus du Congrès internat. d'hyg. de Londres. Sect. de Bact.

³ GRANCHER et LEDOUX-LEBARD, Archives de Méd. expérim. 3^e année, n^o 2, 1^{er} mars 1891.

⁴ Compte rendu du Congrès de la tuberculose, Paris, 1891, et Bulletin de l'Académie de médecine, 1891.

⁵ Congrès de la tuberculose, 1891.

⁶ Compte rendu de la Société de biologie et Congrès de la tuberculose, 1891.

avancés, mais elle modifie surtout leur état général en augmentant leur appétit et en relevant leurs forces. Cette action salutaire sur la nutrition, ne se fait pas seulement sentir sur les tuberculeux : le P^r Pinard l'a mise en œuvre avec succès chez des nouveau-nés débiles ; de même, le P^r Fournier, dans des cas de syphilis à formes malignes.

L'intérêt de ces travaux qui aboutiront certainement un jour à ce que nous pouvons appeler le *traitement de l'avenir*, ne doit pas faire oublier tout ce qu'il y a d'utile dans les médications depuis longtemps employées, et négliger ce que l'on peut tirer d'elles en adaptant leur mode d'emploi aux doctrines actuelles sur l'évolution de la tuberculose.

Tous les cliniciens sont d'accord depuis les travaux du P^r Bouchard et les observations déjà anciennes de Gimbert (de Cannes) pour reconnaître dans la *créosote* un médicament d'une efficacité réelle. La grande difficulté de son emploi consiste à le faire absorber à des doses suffisantes et longuement prolongées : or, l'estomac se fatigue vite ; c'est là ce qui a donné l'idée de recourir aux injections sous-cutanées. Le P^r Picot¹ (de Bordeaux) fait ses injections avec un mélange de gaïacol (principe actif de la créosote) et d'iodoforme dissous dans de l'huile d'olive et de la vaseline, formulé de telle façon que 1 centimètre cube contienne 1 centigramme d'iodoforme et 5 de gaïacol ; la dose est de 1 à 3 centimètres cubes introduits dans l'hypoderme entre les deux épaules. Les résultats obtenus dans les tuberculoses pulmonaire et pleurale ont consisté en une amélioration manifeste « ouvrant un espoir à un arrêt dans la marche de la tuberculose et peut-être une guérison possible. » Robertson² (de Peterborough) a employé aussi avec succès le gaïacol iodoformé, ainsi que Pignol³ (chef de clinique à l'Hôtel-Dieu) qui le considère comme supérieur à l'eucalyptol seul ou iodoformé, associé à la créosote, au créosol qu'il a expérimentés concurremment.

M. Burlureau⁴ (du Val-de-Grâce) se sert d'*huile créosotée* dans la proportion de 1 de créosote pour 14 d'huile, qu'il injecte très lentement, à l'aide d'un appareil spécial imaginé par lui, à la dose de 50 à 220 grammes. Il a pu faire, sans accidents, 2.500 injections, à la suite desquelles il a constaté une grande amélioration dans toutes les formes de tuberculose, surtout les ganglionnaires. Ces injections, bien que représentant de très fortes doses médicamenteuses, n'ont pas produit d'accidents locaux ; mais M. Besnier⁵, qui les a mises en usage, a

attiré l'attention sur ce fait que l'action substitutive de la créosote pouvait déterminer dans la région malade des réactions plus ou moins violentes, ne compromettant en rien la méthode, mais commandant une certaine prudence dans son application.

Tous les médecins ne sont pas d'accord sur les doses auxquelles on doit administrer la créosote. Les uns préconisent les doses massives, s'appuyant sur les expériences du P^r Bouchard, qui ne la considère comme dangereuse qu'à partir de 10 grammes ; c'est ainsi que Revillet, élève de Lépine, administre en lavements 3 grammes par jour ; nous avons vu les doses recommandées par Picot, Burlureau, etc., etc. ; par contre, le professeur Peter¹ s'élève contre ces pratiques et recommande de n'agir que par centigrammes, 5 à 10 à 15, mais jamais par grammes.

Quel que soit le traitement employé contre la tuberculose, celui-ci n'aura de prise que si les accidents sont peu avancés ; plus tard, ses effets deviennent nuls ; aussi le but de tous les cliniciens est-il de dépister l'infection bacillaire tout à fait à son début. Mais s'il est relativement facile de délimiter la période d'incubation d'une maladie infectieuse aiguë comme la variole, la scarlatine ou la rougeole, il est, par contre, fort difficile de le faire pour une maladie à marche insidieuse, subaiguë, à évolution lente, à grandes variations individuelles, comme l'est la tuberculose. En ce qui concerne la tuberculose pulmonaire, le P^r Grancher² a bien montré les délicatesses d'auscultation, de percussion qui permettent de poser un diagnostic précoce ; mais du fait même que l'auscultation est invoquée, il résulte que déjà des lésions tuberculeuses existent, et ce qu'il faudrait, c'est pouvoir arriver au diagnostic avant qu'elles soient formées, dans cette période que Landouzy a si bien dénommée « bacillaire pré-tuberculeuse ». D'après Cuffer³, dès que l'organisme est envahi par la bacillose, il se produirait un certain nombre de faits constants, plus ou moins accentués, pouvant passer et passant même le plus souvent inaperçus et qu'il faut rechercher. Ce sont : la fièvre, survenant par accès souvent passagers et caractérisée « par un abattement extrême et une température en désaccord avec la sensation perçue par le malade » ; l'anémie avec diminution considérable des globules, la splénomégalie. Ces trois symptômes, survenant chez un sujet dont les caractères sont, d'autre part, ceux d'un candidat à la tuberculose ou qui a présenté déjà des attaques suspectes, ont une importance capitale et nul doute que le jour où nous aurons à notre disposition

¹ Académie de médecine, mars 1891 et Congrès de la tuberculose.

² Association médicale britannique, juillet 1891, 55^e session.

³ Médecine moderne, 1891, P. 223.

⁴ Société française de dermat. et syph. 12 mars 1891.

⁵ Société française de dermatologie et syph., mai 1891.

¹ Semaine Médicale, 18 nov. 1891.

² Voir Revue générale des Sciences, t. I, 15 janvier 1890.

³ Revue de Médecine, 2^e année, n^o 6, juin 1891.

une médication bacillicide, c'est à la période de leur apparition qu'elle devra être appliquée.

Il ne suffit pas d'avancer le plus possible le diagnostic de la tuberculose d'évolution normale, il faut savoir aussi la reconnaître dans ses formes larvées, là où elle prend le masque d'une autre maladie, pour parler le langage des anciens. Dans cet ordre d'idées, Landouzy¹, revenant sur un sujet déjà traité par lui en 1886, vient d'éclairer le diagnostic de certaines formes anormales de fièvres typhoïdes qu'il a prouvé n'être autre chose que de la fièvre, indice d'une infection bacillaire plus ou moins intense et qu'il a définie : fièvre bacillaire pré-tuberculeuse à forme typhoïde. Cette affection, susceptible de guérir, le malade restant dans la bacillose, sans entrer dans la tuberculose, se distingue de la fièvre typhoïde par l'absence des taches rosées lenticulaires, l'absence de catarrhes, par ses oscillations thermiques beaucoup plus marquées, avec irrégularités d'un jour à l'autre, par l'élévation du pouls sans rapport avec la température; tandis que le sulfate de quinine a prise sur la fièvre typhoïde, il n'en a aucune sur la fièvre bacillaire, passible de l'antipyrine, quia dans l'espèce une action presque spécifique.

C'est à mesure que l'on connaît mieux la valeur de tous ces faits antérieurs à la tuberculose proprement dite que l'on pourra faire réellement la prophylaxie de cette maladie. Actuellement, presque toujours le médecin n'est appelé à soigner que de vrais tuberculeux et le plus souvent à période déjà avancée. Même dans ces conditions il obtient parfois des résultats encourageants, surtout si le malade peut suivre une *hygiène* sévère et appropriée. Comme l'a si magistralement exposé le P^r Verneuil au Congrès de la tuberculose, l'émigration vers les villes est une des causes les plus actives de l'augmentation du chiffre des tuberculeux; au contraire il est évident que l'émigration vers la campagne empêche ou recule l'éclosion de la tuberculose, qu'elle l'améliore même, amène souvent une guérison temporaire, une trêve qui se prolongera parfois assez pour qu'on puisse parler d'une guérison radicale. Les traitements suivis dans les *sanatoria* ne sont autres que des applications rigoureuses et méthodiques de l'hygiène, dont les effets sont encore plus frappants. A Falkenstein, Dettweiler² a soigné, en 1888, 263 malades: 30 sont partis sans bacilles, et n'en ont pas eu depuis. En France, au sanatorium du Vernet, Sabourin³ a obtenu d'excellents résultats, malgré les rigueurs de l'hiver 1890-1891. Mais ce sont là des questions

qui relèvent de la Revue d'Hygiène et si nous en avons dit quelques mots, c'est qu'il nous a paru intéressant, à la fin de cette année 1891, au début de laquelle on croyait avoir trouvé le moyen d'entraver la tuberculose, de présenter une mise au point aussi complète que possible de la question du traitement de cette terrible maladie.

II

La question de savoir si la *syringomyélie* et la *maladie de Morvan* étaient deux affections différentes a été définitivement tranchée par le professeur Charcot⁴ à la suite de deux autopsies de Joffroy qui ont démontré que la symptomatologie de Morvan pouvait relever des lésions médullaires de la syringomyélie. La maladie de Morvan n'est donc plus considérée comme une forme nosologique à part, mais comme une simple variété de syringomyélie; cette opinion, que Roth, Czerny et Grasset avaient déjà soutenue, est maintenant adoptée par tous tant en France qu'à l'Etranger, comme l'ont établi des travaux récents de Bernhardt et de J. Hoffmann.

Cependant toutes les difficultés cliniques sont loin d'être aplanies, les symptômes ne sont pas parfaitement définis; ainsi Déjerine avait considéré comme habituel le rétrécissement du champ visuel; or, sur 25 cas où l'examen a été fait, analysés à la Clinique de la Salpêtrière, il n'y en a eu que 9 avec rétrécissement; encore sur ces 9, deux sont-ils imputables à l'hystérie. De même en ce qui concerne le diagnostic différentiel avec d'autres affections, comme la sclérose latérale amyotrophique, l'hystérie, la lèpre, sur laquelle une observation récente de Thibierge vient d'attirer l'attention, car il ne faut pas oublier qu'il existe bien dans Paris une centaine de lépreux et que l'on trouve encore cette maladie dans certaines localités du Midi, sans parler de nos rapports fréquents avec l'Orient et les pays où elle est endémique. D'après Mares-tang⁵, le signe différentiel pathognomonique entre la lèpre et la syringomyélie est la dissociation syringomyélique (analgésie, thermanesthésie — conservation de la sensibilité tactile), bien qu'on l'ait observée, mais rarement, dans la lèpre. De plus dans la lèpre il y a de l'atrophie et de la parésie des muscles superficiels de la face, des épaississements des nerfs avec renflements nodulaires, des taches insensibles sur le corps, de la chute des poils que l'on n'observe pas dans la syringomyélie.

En 1889, devant la Société de Biologie, Chaslin avait prouvé l'origine névrogénique de la *sclérose* que l'on trouve fréquemment chez les épileptiques, en montrant par des réactions particulières, entre

¹ *Semaine médicale*, Juin 1891.

² *Congrès de Médecine interne de Berlin*, 1891.

³ *Gazette hebdomadaire*, nov. 1891.

⁴ *Gazette hebdomadaire*, avril 1891.

⁵ *Revue de médecine*, 11^e année, n^o 9, 11 septembre.

autres la réaction histo-chimique de Malassez, comment les fibrilles et faisceaux de fibrilles se distinguent du tissu conjonctif. Cette étude a été reprise par lui d'une façon plus détaillée ; prenant pour point de départ la sclérose névroglique pure, il a tenté de mettre un peu d'ordre dans le chaos des scléroses cérébrales, et est arrivé à leur groupement en deux grandes classes suivant que la prolifération de la névrogliose est ou non inflammatoire. Les scléroses inflammatoires sont primitives ou secondaires : les premières sont disséminées (sclérose en plaque) ou diffuses (paralysies générales, encéphalites et méningo-encéphalites) ; les secondes sont partielles (réaction contre traumatismes, corps étrangers, tumeurs, etc.) ou diffuses (par disparition primitive des fibres ou des cellules nerveuses). Les scléroses non inflammatoires sont, elles aussi, primitives ou secondaires : les primitives ont pour type la gliose (sclérose névroglique pure de l'épilepsie) ; les secondaires sont dues à des arrêts de développement, à des lésions d'évolution ou d'involution (sénilité), à des troubles de nutrition. Cette classification, bien que schématique et sujette à révision, n'en est pas moins déjà d'un grand secours pour l'étude si complexe des scléroses.

Roger a publié récemment des faits fort intéressants relatifs à la pathogénie infectieuse de certaines affections du système nerveux. Inoculant à des lapins des cultures modifiées du streptocoque de l'érysipèle, il a pu reproduire chez quatorze de ces animaux des symptômes comparables à ceux de l'*atrophie musculaire progressive*, qui étaient dus à une myélite systématique caractérisée par la dégénérescence des cellules des cornes antérieures de la moelle, avec intégrité complète du système nerveux périphérique.

III

Dans une série d'études fort intéressantes M. Mosny¹ a élucidé la question encore si obscure des *broncho-pneumonies*. Ayant pris pour point de départ de ses recherches les rapports qui existent entre les agents pathogènes des pneumonies lobulaires d'une part et les lésions histologiques, puis les affections ayant précédé l'éclosion des broncho-pneumonies d'autre part ; ayant bien établi que la pneumonie franche lobaire est exclusivement due au microbe lancéolé de Talamon-Frankel, il a d'abord rattaché à cette pneumonie lobaire la pneumonie pseudo-lobaire, spéciale aux enfants, et considérée jusqu'à ce jour comme une forme de broncho-pneumonie. Puis il a démontré que la broncho-pneumonie, exceptionnellement primitive, est presque toujours la complication de diverses af-

fections, en particulier de la rougeole et de la diphtérie ; que jamais elle n'est produite par les organismes de ces affections, mais toujours par des microbes, en nombre très restreint, se rapprochant beaucoup du streptocoque pyogène ; que ces microbes peuvent être introduits dans les poumons par l'air inspiré qui les tient en suspension, ou par auto-infection. La broncho-pneumonie est donc contagieuse et épidémique : d'où la nécessité d'isoler les malades atteints et de prendre vis-à-vis des menacés toutes les précautions nécessaires pour éviter le transport des contagions.

Récemment, Achard et Renault² ont publié un de ces cas rares de broncho-pneumonies *primitives* à streptocoques. Chez un homme de cinquante-deux ans, la broncho-pneumonie était devenue le point de départ d'une véritable pyohémie médicale, avec envahissement du rein, phlébite des sinus et phlegmon de l'œil ; faits bien en rapport avec les accidents infectieux propres au streptocoque pyogène.

IV

La pathologie de l'estomac a été l'objet d'intéressantes études tant à l'Étranger qu'en France ; de même qu'en 1890, les recherches ont porté presque exclusivement sur le *chimisme stomacal*. Il est bon de rappeler que le but poursuivi est, d'une part de démêler dans la chimie complexe de l'estomac, quels sont les véritables facteurs de la digestion, d'autre part, de trouver un procédé réellement pratique d'analyse chimique. En possession de ces deux éléments le praticien pourra facilement saisir la cause intime des dyspepsies et par suite y apporter le remède.

MM. Hayem et Winter² considèrent comme absolument insuffisantes les méthodes basées sur la recherche de l'acide chlorhydrique libre : « La digestion stomacale est une fermentation ayant pour résultat chimique de faire passer le chlore de l'élément minéral sécrété par les glandes sur la matière albuminoïde introduite à titre d'aliment. L'altération chimique de ce processus doit donc être essentiellement constituée par un défaut plus ou moins notable dans la proportion des combinaisons chloro-organiques. »

La méthode de ces auteurs consiste à doser, par une seule opération, la quantité de chlore total contenue dans le suc gastrique, le chlore de l'acide chlorhydrique libre, le chlore combiné aux substances albuminoïdes, enfin le chlore des chlorures fixes. Ces valeurs, exprimées en milligrammes d'acide chlorhydrique et pour cent centimètres cubes, ont été calculées à l'état physiologique et

¹ Gazette hebdomadaire, n° 91.

² HAYEM et WINTER : *Chimisme stomacal*, Paris. Masson, 1891.

¹ Broncho-pneumonie. — Thèse de Paris 1871, et *Médecine moderne*, n° 1.

notées dans une table qui rend facile l'établissement de rapports fixes entre elles : de l'inversion de ces rapports dans des combinaisons multiples, réalisées à l'état pathologique, résultent diverses formes de dyspepsies dont MM. Hayem et Winter donnent une classification un peu schématique.

Pour faciliter l'intelligence de ces combinaisons, les valeurs normales ont été représentées par des lettres A = acidité totale, etc., etc. les valeurs augmentées, suivies du signe +, les valeurs diminuées, du signe —. Le groupement de ces signes abrégatifs constitue des formules qui figurent l'état de la sécrétion chlorée dans le suc gastrique examiné; ces formules, dont l'aspect algébrique n'a pas été sans effrayer quelque peu les cliniciens, se lisent cependant facilement avec un peu d'habitude.

MM. Mathieu et Rémond, ¹ considérant, d'une part, la grande quantité de chlore en combinaisons organiques constatée par les recherches précédentes, d'autre part, la faible proportion de peptones existant dans l'estomac au moment le plus actif de la digestion, estiment que le travail digestif exécuté par l'estomac n'est qu'un travail de désagréation et de dissolution des matériaux azotés, qui les prépare à la digestion duodénale : ce travail, utile, mais non indispensable, pourrait être à peu près nul chez des personnes cependant d'une santé suffisante. Dès lors, l'acide chlorhydrique stomacal aurait surtout un rôle antifermentescible, son rôle chlorhydro-peptique passant au second plan.

Contrairement aux auteurs précédents, MM. Mathieu et Rémond considèrent le vert brillant comme un excellent réactif de l'acide chlorhydrique : le virage immédiat est dû à l'acide chlorhydrique libre, volatil, et la décoloration lente (1/2 heure à 24 heures) à l'acide chlorhydrique faiblement combiné aux substances organiques. Cette recherche de l'acide chlorhydrique libre continue à faire l'objet de plusieurs travaux allemands; Boas ² approuve le procédé de Sjöquist, qui emploie le chlorure de baryum, mais en le modifiant : il se sert principalement d'une solution de rouge du Congo mélangée au liquide d'essai, dans lequel il verse une solution titrée de lessive de soude.

V

Il n'avait été fait jusqu'à présent aucune recherche sur la pathogénie des suppurations dans les *kystes hydatiques du foie*. MM. Chauffard et Vidal ont comblé cette lacune. Ils ont établi que

le liquide kystique ne renfermait aucun microorganisme, mais pouvait constituer à lui seul un bon milieu de culture pour les microbes pyogènes; que la membrane kystique formait pour les microbes un filtre naturel qu'ils ne pouvaient franchir, mais que pouvaient traverser leurs produits solubles et en général les substances colloïdes et cristalloïdes. Il résulte de ces faits : que la suppuration ne peut envahir la poche kystique que dans les cas où ses parois ont été préalablement altérées et fissurées (c'est donc un véritable accident indépendant de l'évolution du kyste) : que des produits d'origine microbienne peuvent se trouver dans le kyste sans que son contenu renferme d'organismes pyogènes.

Les lésions viscérales ont été considérées pendant longtemps comme appartenant exclusivement à la période tertiaire de la syphilis; cette idée est encore enracinée dans l'esprit de beaucoup de cliniciens qui persistent à ne voir qu'une simple coïncidence, quand certaines affections surviennent dans les premiers temps de la syphilis. Cependant, de nouveaux faits viennent chaque jour prouver que, dès qu'il a envahi l'économie, le virus syphilitique peut faire sentir ses effets aussi bien sur le cerveau, la moelle, le foie, le rein que sur la peau et les muqueuses, ce qui est, du reste, parfaitement en rapport avec l'idée que nous nous faisons de la syphilis en tant que maladie infectieuse.

Aux faits déjà connus de *syphilis rénale précoce*, MM. Lecorché et Talamon ¹ viennent d'en ajouter un autre, des plus probants, nouvelle confirmation qu'il existe cliniquement un mal de Bright aigu syphilitique, au même titre que le mal de Bright aigu des autres maladies microbiennes comme la scarlatine, la typhoïde, etc., etc. Le fait est donc très intéressant par lui-même et au point de vue doctrinal; mais il l'est peut-être plus encore au point de vue pratique, en ce sens qu'il comporte une indication thérapeutique des plus nettes. En effet, chez le malade observé par MM. Lecorché et Talamon, le traitement habituel de l'albuminurie, — ventouses lombaires, régime lacté, alcalins, digitale, etc., etc. — fut absolument sans effet, alors que l'amélioration se fit sentir dès l'application du traitement mercuriel qui amena bientôt la guérison complète. Or, ce résultat vient tout à fait à l'encontre de la manière de faire de nombre de cliniciens, Senator entre autres, qui, songeant aux néphrites par intoxication mercurielle, considèrent comme dangereux, dans le cas de néphrite syphilitique, le traitement par le mercure, à plus forte

¹ A. MATHIEU et A. RÉMOND. *Les divers facteurs de l'acidité gastrique*. — *Gazette des Hôpitaux*, Février 1891.

² Boas : *Centralblat. f. Klin. Medec.*, n° 2.1891.

¹ LECORCHÉ et TALAMON : *Médecine moderne*. 2^e année, n° 37, p. 636.

raison le traitement intensif comme celui par les frictions qui fut suivi dans l'espèce. Nous ajouterons, d'après certains faits qu'il nous a été donné d'observer, que, dans ces manifestations *viscérales précoces*, le traitement mercuriel doit être intensif et prolongé, appliqué suivant les préceptes formulés par le P^r Fournier pour les cas de syphilis cérébrale et médullaire. Le rein, plus que tout autre organe, est peut-être à surveiller, car ce traitement longuement et prudemment conduit, peut seul effacer les effets de cette première atteinte qu'il a subie et éviter que, plus tard, le filtre rénal ne se trouve insuffisant, alors que dans le cours d'une maladie infectieuse, fièvre typhoïde par exemple, son intégrité deviendrait absolument nécessaire.

A propos d'un cas de *cancer du rein* qui s'était caractérisé par la forme douloureuse et l'infection rapide, Brault a fait une étude anatomo-pathologique de cette affection, dans laquelle il arrive à la conclusion que tous les cancers du rein sont des épithéliomas. Ils appartiennent aux variétés adénomateuses ou glandulaires, molles ou encéphaloïdes, dures ou squirreuses, hémorragiques et autres, suivant que les tubes sont plus ou moins remplis de cellules et que le développement en est plus ou moins rapide ; mais dans tous les cas, les cellules se présentent toujours avec des caractères spéciaux qui sont ceux des épithéliomas du rein et non de l'intestin ou d'un autre organe. Ces cellules se retrouvaient dans un noyau d'envahissement rachidien, à tel point qu'à l'inspection de ce nodule on aurait pu savoir que la tumeur primitive était rénale. Brault insiste tout particulièrement sur ce fait anatomique important qui ne peut être expliqué que par un mécanisme de greffe cellulaire, et le considère comme une démonstration du parasitisme cellulaire des tumeurs qu'il a toujours opposé au parasitisme microbien.

VI

Le *diabète* a été l'objet d'intéressants travaux dirigés dans le but d'en éclairer la pathogénie. Les nombreuses expériences qui ont été faites depuis 1889 par von Mehring et Minkowski, Hedon, Gley, Lépine, etc., etc., sur les fonctions du pancréas, magistralement exposées par Gley¹ dans cette *Revue*, tendent à prouver que l'on ne doit plus, en clinique, considérer le diabète comme une entité morbide ; qu'il en existe plusieurs espèces. C'est la confirmation expérimentale de ce que Lancereaux avait soutenu depuis 1877 et que Lépine² a résumé ainsi : « Le diabète résulte d'un excès de

production ou d'apport de sucre, relativement à sa destruction ; la rupture de l'équilibre entre le sucre produit ou apporté du dehors, et le sucre détruit peut se faire de différentes manières. Il y a donc plusieurs espèces de diabète. » Ces espèces pourraient se ranger en deux groupes, suivant qu'elles proviennent d'un excès de production ou d'un défaut d'utilisation. Les glycosuries passagères des maladies aiguës, des intoxications, du surmenage physique et cérébral, des émotions violentes, toutes celles causées par une congestion bulbo-protubérantielle appartiennent au premier groupe ; le diabète maigre, que les expériences citées plus haut ont prouvé être d'origine pancréatique, au second. Quant au diabète gras, celui des héréditaires, des arthritiques, il appartiendrait au second groupe comme résultant d'un défaut d'assimilation, d'un ralentissement de la nutrition, d'après Bouchard, au premier, d'après Lécorché, puis A. Robin, qui se fondant sur de nombreuses analyses d'urine, affirme que chez le diabétique gras les oxydations sont augmentées, qu'il y a une activité cellulaire plus grande dans la fonction hépatique, donc une origine nerveuse. Il est fort difficile aujourd'hui de conclure entre ces deux théories, car si, d'une part, le diabète gras alterne ou coïncide presque toujours avec d'autres maladies par ralentissement de la nutrition, d'autre part on voit souvent, dans le cours de son évolution, la glycosurie coïncider ou alterner avec d'autres manifestations bulbares, comme la polyurie.

VII

Parmi les maladies et affections réunies sous le nom de *Rhumatisme*, il apparaît de plus en plus que la forme dite *articulaire aiguë* ne présente aucun lien de parenté, autre que celui du nom, avec les divers états morbides du même groupe. C'est que, dans l'ensemble de son évolution, se retrouvent tous les caractères des maladies infectieuses ; aussi, la recherche de son agent pathogène est-elle, depuis quelque temps déjà, à l'ordre du jour. Les faits pouvant éclairer ce point de doctrine sont encore rares jusqu'ici, ce qui vient augmenter l'intérêt de celui présenté récemment par M. P. Achalme¹. Il est relatif à un malade mort avec des accidents cérébraux, dans le cours d'une seconde attaque de rhumatisme articulaire aigu. Dans les lésions cardiaques valvulaires et dans la sérosité du péricarde, M. Achalme a pu isoler et cultiver un bacille anaérobie, qu'il considère comme pathogène. A l'autopsie, on ne trouva aucune lésion cérébrale apparente ; ce fait négatif est un excel-

¹ *Revue générale des Sciences* : 2^e année, n° 14, p. 169.

² *Lyon médical*, 25 octobre, 1891.

¹ P. ACHALME, *Comptes rendus de la Société de Biologie*, octobre 1891.

lent argument en faveur de la nature infectieuse de la maladie, car les accidents cérébraux peuvent et doivent être considérés comme ayant été causés par une intoxication violente due aux produits solubles sécrétés par le micro-organisme pathogène.

La question du microbe pathogène de la *fièvre typhoïde*¹ a fait l'objet d'intéressantes recherches suscitées par l'opinion soutenue depuis deux ans environ par Gabriel Roux et Rodet (de Lyon), à la suite d'un certain nombre de faits de bactériologie pure, que le bacille d'Eberth, considéré comme spécifique de la fièvre typhoïde, n'est qu'une variété créée dans l'organisme des typhiques du *Bacillus Coli communis*. Cette observation aurait pour conséquence pratique que l'eau contenant le *Bacillus Coli* doit être aussi bien proscrite de l'alimentation que celle contenant le bacille d'Eberth.

Chantemesse et Widal se sont élevés énergiquement contre cette manière de voir. Entre autres moyens de différenciation des deux organismes ils en ont montré un très facile. Ensemencé dans des bouillons de culture sucrés avec de la lactose, de la glucose et de la saccharose, le *Bacillus Coli* détermine une grande quantité de bulles de gaz, tandis que le bacille d'Eberth n'en produit aucune visible à l'œil nu; en somme, fermentation d'un côté, absence de fermentation de l'autre. Si, dans certaines conditions, comme Dubief l'a indiqué, le bacille d'Eberth détermine une légère fermentation dans la glucose et la saccharose, il n'en produit jamais dans la lactose. Nous ne pouvons suivre Chantemesse et Widal dans les détails techniques de leur expérimentation qui les a conduits à conclure que les faits invoqués par G. Roux et Rodet pour élever leur théorie, ne résistent pas au contrôle. Si le *Bacillus Coli* et le bacille d'Eberth appartiennent à la même famille, leur souche est tellement éloignée, qu'aujourd'hui ils sont aussi bien « différenciés entre les microbes, que la fièvre typhoïde entre les maladies. »

C'est le sort commun de toutes nouvelles découvertes scientifiques, bien qu'étayées de faits semblant indiscutables à la plupart, d'être révoquées en doute par certains esprits cependant fort distingués; c'est ce qui arrive actuellement pour la découverte, par Laveran, de l'hématozoaire du *paludisme*. Le docteur Treille², professeur à l'école de médecine d'Alger, qui s'est adonné à l'étude de la malaria, qui a vu et longuement suivi de nombreux fiévreux, dit n'avoir jamais rencontré dans le sang

des malades atteints de fièvre quarte, tierce ou quotidienne, un seul des organismes décrits par Laveran. Pour lui, l'agent pathogène de la fièvre intermittente est un microbe, lequel est susceptible d'atténuation: les formes tierce et quarte, que dans l'évolution de la maladie on voit survenir après la quotidienne, soit spontanément à la longue, soit à la suite d'un traitement, devant être considérées comme les expressions cliniques de cette atténuation.

Quoi qu'il en soit de cette manière de voir, elle ne semble pas pouvoir entrer en lutte avec les nombreuses observations confirmatives faites dans tous les pays à malaria et surtout en Italie. S'il existait un doute, il ne pourrait résister d'ailleurs à l'analyse des travaux de Laveran³ sur le *traitement du paludisme*. Examinant l'action du sulfate de quinine sur les hématozoaires, il a vu cette substance arrêter les mouvements de leurs flagella, les déformer, leur donner un aspect cadavérique. Dans ces conditions, tués ou même simplement engourdis, ils deviennent facilement la proie des leucocytes dont l'énergie, si elle n'est pas augmentée, n'est certainement pas entravée par l'action de la quinine qui, d'après les expériences de Hayem et Bochefontaine, n'a pas d'action dépressive sur leurs mouvements amyboïdes, contrairement à ce qu'avait avancé Bing. La présence, dans le sang, d'organismes à diverses périodes d'évolution, par conséquent dans un état de résistance plus ou moins grande au sulfate de quinine, dans un état de défense plus ou moins énergique vis-à-vis des leucocytes, permet d'expliquer sans invoquer une atténuation microbienne, et les formes à rechute et les formes atténuées de la fièvre intermittente. En somme l'évolution de la malaria dépend des péripéties de la lutte engagée entre les hématozoaires et les leucocytes. Ceux-ci peuvent triompher seuls (ce sont les cas exceptionnels de guérisons spontanées), ou mieux, aidés par des toniques — hydrothérapie, arsenic, etc., etc. — qui viennent renforcer leur action; mais, le plus souvent, ils ne sont victorieux que si la puissance défensive des hématozoaires a été primitivement réduite par le sulfate de quinine: alors, ou bien il s'ensuivra la destruction totale des hématozoaires, d'où la guérison, ou la destruction incomplète, d'où les rechutes de la maladie, les types atténués, tierce, quarte, qui ne céderont qu'après de nouveaux combats.

D^r E. De Lavarenne.

¹ Comptes rendus de l'Académie de Médecine, — de la Société de Biologie, — du Congrès d'Hygiène de Londres.

² D^r TREILLE. Bulletin de l'Académie de médecine, séance du 6 octobre 1891.

³ LAVERAN. Le Paludisme, 1891, Masson, éditeur.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1^{re} Sciences mathématiques.

Pollard (J.) et Dudebout (A.) *Théorie du Navire*. — Tomes I et II. (13 francs le volume). Gauthier-Villars et fils, 55, quai des Grands-Augustins, Paris. 1890 et 1891.

Les cours professés à l'Ecole du Génie Maritime forment l'exposé le plus complet de la Science et de l'Art des constructions navales. Mais simplement autographiés jusqu'à ces dernières années, ils n'avaient guère franchi le cercle restreint des ingénieurs du corps. Aussi cette branche de la littérature scientifique en France paraissait-elle singulièrement pauvre, en comparaison de la multiplicité des ouvrages anglais. Cette lacune sera bientôt comblée. Après la *Construction du Navire* publié en 1886 par M. Hauser, et les *Machines marines* de M. Bienaymé (1887), les deux premiers tomes de la *Théorie du Navire* par MM. les ingénieurs de la marine Pollard et Dudebout viennent de paraître. Ce nouveau cours forme le complément naturel de l'ouvrage de M. Hauser : tous deux constituent par leur ensemble un traité complet d'architecture navale.

La théorie du navire a pour objet l'établissement des formes du navire, et la réalisation des qualités nautiques qui sont exigées de lui. Les progrès de cette science ont toujours été intimement liés à ceux des mathématiques, l'analyse étant le seul moyen d'investigation assez puissant pour élucider les difficiles problèmes auxquels donnent lieu la statique et la dynamique des flotteurs. Aussi, bien des auteurs se laissent-ils entraîner à des développements mathématiques exagérés. Il faut savoir gré à MM. Pollard et Dudebout, dont l'œuvre est, après tout, didactique, de ne pas avoir trop cédé à la tentation, et d'avoir eu constamment en vue, dans l'exposé et la comparaison des diverses théories, le côté pratique qui intéresse si fort l'ingénieur. On doit les féliciter aussi de l'esprit d'impartialité dont ils ont fait preuve, dans leurs appréciations et leurs citations, impartialité à laquelle les auteurs anglais, même célèbres, ne nous avaient point habitués.

En tête du tome I^{er} se trouve une curieuse notice bibliographique et historique de la littérature maritime scientifique, renfermant la nomenclature de plus de quatre cents ouvrages. Elle présente d'autant plus d'intérêt qu'un grand nombre de travaux, dont quelques-uns font époque dans l'histoire des sciences navales, n'ont jamais été publiés séparément, et sont disséminés dans des Revues spéciales telles que le *Mémorial du Génie Maritime* en France, et les *Transactions des Naval Architects* en Angleterre. Il suffit d'un coup d'œil jeté sur cette liste pour parcourir toutes les étapes de l'Architecture navale théorique, depuis le *Traité du Navire* de Bouguer, qui, dès le milieu du XVIII^e siècle, introduit la notion du métacentre, et pose les premières lois de la stabilité, jusqu'aux découvertes et aux travaux modernes auxquels sont attachés les noms de Rankine, Froude, Reech, de Saint-Venant, de Bénazé, Risbec, etc.

La 1^{re} partie est consacrée au *Calcul des éléments géométriques des carènes droites et inclinées*. Les surfaces des carènes ne sont pas susceptibles de définition géométrique ni analytique; ce sont des surfaces topographiques, dont la quadrature est approximative. Les diverses méthodes en usage, celle des trapèzes et ses dérivées (Poisson, Poncelet), celles des paraboles des divers degrés (Simpson), la méthode plus générale des différences fondée sur la série de Taylor, sont étudiées et comparées au point de vue de l'exactitude et de la simplicité.

Les propriétés des courbes différentielles et intégrales des divers ordres, et leurs tracés forment l'objet d'un chapitre des plus utiles, que suit une description des planimètres et intégromètres (Amsler, Marcel Deprez, intégraphe d'Abakanovitch). On ne peut plus se passer aujourd'hui de connaître la théorie et le mécanisme de ces instruments qui rendent de si grands services aux Ingénieurs maritimes en leur permettant d'effectuer rapidement les intégrations que l'on rencontre soit dans le calcul des aires, soit dans celui des moments statiques et des moments d'inertie.

Après quelques indications sur le tracé du plan des formes et les tableaux de calcul des carènes droites, les auteurs posent nettement le problème des carènes inclinées sous sa forme la plus générale, grâce à l'introduction des courbes qu'ils proposent d'appeler *isobathes*, et qui avec les *isocarènes* et les *isoclines*, constituent trois faisceaux fondamentaux, dont les relations mutuelles mettent en pleine lumière les divers moyens d'obtenir les éléments inconnus. Cette considération permet dès lors d'établir une heureuse classification des nombreuses méthodes dont on se sert pour déterminer les coordonnées du centre d'une carène quelconque : méthodes employant des réseaux spéciaux de sections parallèles aux flottaisons inclinées (Benjamin, Spence; méthodes planimétriques de Fellow etc.); — méthodes qui, comme celles de Rossin, de Clauzel, ou des échelles Bonjean, n'emploient que le réseau des sections droites du plan des formes; — méthodes faisant usage des onglets immergés ou émergés (Reech, Barnes, Daynard); — enfin méthode de Guyon et Simart, qui n'emploie que les ordonnées des flottaisons droites. Viennent ensuite les méthodes expérimentales, et les méthodes approximatives rapides.

Il n'était pas moins important de rendre compte de la valeur relative de ces méthodes, dont la variété un peu confuse jusqu'ici laissait souvent l'ingénieur dans une certaine incertitude sur le choix à faire dans tel ou tel cas spécial. C'est ce qu'ont très bien compris les auteurs, en établissant une comparaison minutieuse des divers systèmes au double point de vue de l'exactitude et de la rapidité.

La 2^e partie, relative à la *Géométrie du navire*, comprend l'étude de la surface des centres de carènes isocarènes, de la surface enveloppe des flottaisons, et de la surface des centres de volume des tranches isocarènes. Les théorèmes sur les centres de courbure de ces surfaces sont démontrés avec clarté et rigueur. La considération des carènes symétriques, complémentaires et supplémentaires, donne lieu à une série de corollaires, qui mettent en relief certaines propriétés fort utiles des surfaces dont nous parlons. Enfin cette partie est complétée par un certain nombre d'exercices, de problèmes usuels, et d'applications des théorèmes précédents à des flotteurs de formes géométriques.

La *Statique du Navire* qui fait le sujet de la 3^e partie, a pour objet la recherche des positions d'équilibre des flotteurs et la détermination des forces extérieures à leur appliquer pour les maintenir dans une position différente de celle de l'équilibre. Elle se rattache à la Géométrie du Navire, car les conditions d'équilibre des flotteurs et la valeur des couples de redressement pour différentes inclinaisons, sont intimement liées à la forme des surfaces précédemment étudiées. Aussi cette théorie a-t-elle reçu un développement considérable. Le tracé des diagrammes de stabilité statique, qui est la représentation synthétique des qualités de stabilité du navire, est exposé avec toute la clarté et la méthode désirables. Les différents dia-

grammes Benjamin, Gray, Daynard (en coordonnées semi-polaires), Elgar, Reech (en coordonnées rectangulaires), sont soigneusement décrits et comparés au point de vue de la précision et de la simplicité.

Nous dirons peu de chose des problèmes classiques qui se rattachent à la théorie générale de la stabilité : le déplacement, l'addition et la soustraction de poids à bord. Cependant il faut noter la théorie du chargement liquide, et les conseils qui en découlent, avec leur application aux navires transportant le pétrole en vrac — de même la théorie du chargement semi-liquide, tel que celui des grains, qui permet de substituer des règles rationnelles à des manœuvres empiriques, et qu'il est bon de recommander aux capitaines. Signalons surtout des théories entièrement nouvelles dues à M. Dadebout : celle des soufflages, avec l'ingénieuse idée d'en faire l'application aux docks flottants sans portes, en considérant le navire comme un soufflage du dock, et aux voies d'eau, en considérant les compartiments envahis comme des soufflages négatifs. Citons encore la théorie de la poussée complexe d'un liquide et d'un fluide compressible, à laquelle a donné lieu la disposition adoptée sur le *Neversink*.

Les 4^e et 5^e parties traitent de la *Dynamique du Navire dans le mouvement de roulis en milieu calme* : dans l'une le milieu est supposé non résistant ; dans l'autre on tient compte de la force vive transmise par le flotteur au liquide sous forme soit d'agitation, soit de chaleur, ou sous toute autre forme de l'énergie. Cette étude presque entièrement théorique comporte d'assez longs développements mathématiques. L'analyse seule peut jeter la lumière sur ces difficiles questions, mais l'analyse habilement maniée. Les conditions physiques qui pèsent sur le problème sont si complexes et si malaisées à exprimer qu'il faut savoir s'arrêter à temps sur la pente des recherches spéculatives pures, pour introduire successivement ces conditions sans fausser les résultats. C'est ce qu'ont bien compris les auteurs. Après avoir posé et intégré les équations différentielles du mouvement infiniment petit, ils arrivent rapidement aux simplifications. De même pour le mouvement fini du roulis, dont l'étude analytique est dégagée par les méthodes d'intégration approchée de MM. de Bénézé et Risbec, ainsi que par l'intégration graphique de Moseley.

M. Dadebout a ingénieusement rattaché, par la considération des développements d'ordre supérieur d'un cercle, la période du roulis (ou du tangage) à la forme de la développée métacentrique transversale (ou longitudinale) et assimilé le mouvement de roulis au mouvement d'un point pesant sur une certaine courbe. Il en a déduit la forme de la développée métacentrique qui donne au navire le tauchronisme pour des roulis d'amplitude finie. Ce sont là des résultats nouveaux fort intéressants.

La théorie de la pesanteur et sa détermination analytique et expérimentale offrent aussi un certain intérêt pour la connaissance des efforts auxquels sont soumis les corps pesants aux divers points d'un navire.

Dans la cinquième partie est introduite l'influence du milieu résistant. Les conditions de stabilité de l'équilibre d'un flotteur dans ce milieu ont été déterminées par Moseley, Risbec et Guyon. Les deux premiers par l'analyse, le troisième par la géométrie, ont tenu compte de la force vive absorbée par le liquide. Quant à l'étude complète du roulis lui-même en milieu résistant, elle est longuement développée dans cet ouvrage : elle comporte la recherche de l'expression du couple résistant en fonction des caractéristiques du mouvement soit par le calcul, soit par l'observation expérimentale. On en déduit son influence sur la période et sur l'amplitude du roulis et du tangage, ainsi que la courbe d'extinction du roulis. Dans cette théorie rentrent les procédés artificiels pour augmenter la rapidité d'extinction du roulis, tels que les quilles latérales et les compartiments à eau ; ceux-ci, expérimentés en Angleterre dans ces dernières années, ont donné quelques bons résultats.

Le tome II se termine par l'exposé des divers systèmes de mesure du roulis et du tangage en eau calme. Cette partie est toute pratique ; elle renferme avec l'expérience réglementaire de roulis qui donne le moment d'inertie du navire et la durée des oscillations, la description des appareils enregistreurs du mouvement angulaire, les oscillographes de Berlin et de Froude, le trace-roulis de l'amiral Paris, enfin l'appareil enregistreur du mouvement complet de MM. de Bénézé et Risbec.

LÉON VIVET.

2° Sciences physiques.

Capitaine W. de W. Abney. — *Colour measurement and mixture* (La mesure et le mélange des couleurs). (Prix 3 francs 10 c.). Bibliothèque de la Société pour la propagation de connaissances chrétiennes, Northumberland Avenue, Charing Cross, W. C., Londres, 1891.

La Société pour la propagation des connaissances chrétiennes a entrepris, bien en dehors de son activité ordinaire, la publication de petits ouvrages de science sur des sujets spéciaux, et on peut, jusqu'ici, la féliciter sans arrière pensée du choix de ses auteurs. La plupart de ces ouvrages sont très populaires ; celui-ci, écrit sous une forme aisément compréhensible, est de haute science. Nul mieux que le capitaine Abney, dont les remarquables travaux sur ces matières sont bien connus, n'était préparé à traiter cette délicate question de la théorie des couleurs, qui participe autant de la physiologie que de la physique ; le physicien trouvera, dans ce petit ouvrage, une quantité de documents jusqu'ici épars dans les nombreux mémoires publiés dans ces dernières années. L'auteur en fait une synthèse qui n'est pas une compilation, mais bien un tout parfaitement homogène.

Les premiers chapitres sont consacrés aux radiations considérées objectivement ; le spectre y est traité en détail, et la description des méthodes d'investigation y est succinctement donnée ; l'auteur y fait choix d'une lumière type, et s'arrête à la radiation de l'arc ; mais on peut remarquer, en le regrettant, que l'étalon Violle est absent de la discussion. Dans les chapitres suivants, nous trouvons la description des appareils servant spécialement à la production des couleurs pures, et à leur mélange. Dans les chapitres VII et VIII, l'auteur traite de la luminosité du spectre et de la réflexion par les pigments ; ce dernier chapitre contient des diagrammes particulièrement intéressants relatifs à la lumière réfléchie ou tamisée. L'extinction des couleurs l'une par l'autre ou par le blanc forme l'objet des chapitres suivants ; cette extinction fournit une méthode de mesure de l'intensité relative des diverses couleurs. L'épuration des couleurs, leur mélange, les couleurs complémentaires pures ou propres à des pigments, enfin les effets physiologiques de persistance des couleurs, de fatigue de l'œil, des couleurs par contraste sont traités dans les derniers chapitres. En terminant, nous voudrions seulement exprimer un regret, c'est que dans cet ouvrage d'une incontestable valeur, l'illustration, importante en cette matière, laisse un peu à désirer.

CH.-ED. GUILLAUME.

Griner (G.) Sur quelques cas d'isomérisie dans la série en C⁶. — Thèse de Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris, Gauthier-Villars et fils, 55, quai des Grands-Augustins, Paris, 1891.

Le travail que M. Griner a présenté à la Faculté des Sciences de Paris, comme thèse de Doctorat, est certainement l'un des plus importants et des plus intéressants parmi ceux qui se sont produits dans ces dernières années. Il nous donne de plus un exemple remarquable d'un travail expérimental, poursuivi avec une habileté qui révèle un chimiste consommé ; conduisant forcément à l'emploi des notions stéréochimi-

ques et donnant des principes de cette théorie de nouvelles et importantes vérifications.

C'est par un rapide et très clair résumé des principes de la stéréochimie, devenue le fil conducteur au milieu de ces délicates questions d'isomérisie, que débute le mémoire de M. Griner; la lecture de cette introduction, du reste très facile, est nécessaire pour la complète intelligence de la suite du mémoire. Je vais résumer rapidement, en me bornant à énoncer les faits principaux, le travail de M. Griner, une analyse détaillée dépasserait de beaucoup le cadre de cette *Revue*.

Le point de départ a été la recherche des carbures non saturés à chaîne normale isomériques avec le benzène, dont un seul était connu, le *bipropargyle*. Pour cela M. Griner a dû d'abord étudier le *biacétyle*, et ses produits d'addition; il a reconnu que le *biacétyle* est un carbure unique, qui, par addition d'acide iodhydrique conduit à un seul monoiodhydrate et à deux diiodhydrates isomères stéréochimiques. Il a établi définitivement que l'addition de brome au *biacétyle* donne deux tétrabromures dont l'isomérisie est également stéréochimique.

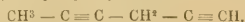
L'action de la potasse alcoolique sur le monoiodhydrate de *biacétyle* a conduit l'auteur à la découverte d'un carbure isomérique avec le *biacétyle*: l'*allylpropényle*, qui existe sous deux formes géométriquement isomères.



Dans les mêmes conditions les biiodhydrates conduit sent à un second isomère du *biacétyle*, le *bipropényle* qui existe sous trois formes géométriquement isomères.



Les deux tétrabromures de *biacétyle*, sous l'influence de la potasse alcoolique, donnent naissance au *bipropargyle*. M. Griner a montré que ce carbure est un mélange de deux corps isomériques avec le benzène: l'un *biacétylénique*, le *bipropargyle*, le second *monoacétylénique*, l'*allyléthylacétylène*.



Ce dernier se produit seul en partant des tétrabromures d'*allylpropényle*.

Un nouveau carbure également isomérique avec le benzène, le *diméthylbiacétylène*, s'obtient par l'action de la potasse alcoolique sur l'un quelconque des tétrabromures de *bipropényle*; l'auteur a fait une seconde synthèse de ce composé, par l'oxydation ménagée de l'*allylène* cuivreux, ce qui fixe sa constitution; par addition de brome on n'obtient qu'un seul tétrabromure.

Un fait particulièrement neuf et intéressant, découvert par M. Griner est l'action qu'exerce la potasse alcoolique sur tous ces carbures.

L'*allylpropényle* est transformé en *bipropényle*; c'est le premier exemple d'une transformation intramoléculaire d'un carbure éthylénique dans ces conditions.

Le *bipropargyle* est rapidement altéré en donnant d'abord son isomère monoacétylénique, puis ce dernier se polymérise.

Le *diméthylbiacétylène* fixe une molécule d'alcool; c'est le premier exemple d'un carbure fixant les éléments de l'alcool.

L'hydratation de ce même carbure par des procédés divers donne naissance à une β dicétone: l'*acétylpropionylméthane*, la formation de cette dicétone fournit une nouvelle preuve de la formule de constitution du *diméthylbiacétylène*.

Enfin par un procédé d'hydrogénation nouveau qu'il a appliqué à l'acroléine, l'auteur a obtenu un glycol non saturé nouveau: le *divinylglycol*.



dont il a fait une étude détaillée, et obtenu des dérivés parmi lesquels il convient surtout de remarquer la dichlorhydrine d'un alcool hexatomique isomère de la mannite; et des alcools tétratomiques non saturés. On

voit par ce rapide résumé des faits expérimentaux obtenus par M. Griner quelle est l'étendue et l'importance de son travail. L'intérêt des déductions théoriques qu'il a su en tirer n'est pas moindre; car il a montré quelle était l'utilité des considérations stéréochimiques dans l'étude des isomérisies, et, en particulier, appliqué ces théories:

1° A l'explication des isomérisies que présentent les tétrabromures et les diiodhydrates de *biacétyle*.

2° A l'explication des isomères qui se produisent dans la formation des carbures dérivant de ces composés, ce qui permet de leur assigner des formules de structure dans l'espace.

3° A établir que les bromures des *allylpropényles* et des *bipropényles* sont des isomères stéréochimiques.

Il résulte des expériences de M. Griner que le nombre des isomères obtenus est souvent égal, mais jamais supérieur à celui que prévoit la théorie de MM. Le Bel et Van 't Hoff.

En dernier lieu un fait d'une importance capitale est celui-ci: M. Griner montre que les bibromures de la dibromhydrine du *divinylglycol*, et les alcools tétratomiques non saturés qui dérivent de ce glycol s'obtiennent sous deux formes isomériques prévues par la théorie, et que ces deux formes doivent être des racémiques; mais ces deux racémiques se forment en quantités très inégales; ce qui peut s'expliquer soit en supposant que l'existence d'un carbone asymétrique dans une molécule exerce une action directrice sur les autres carbones asymétriques que l'on introduit dans la molécule; soit en admettant comme M. Friedel l'avait déjà fait pour les tétrachlorures de benzène, que les isomères engendrés n'ayant pas les mêmes propriétés physiques, se forment en quantités qui dépendent des conditions du milieu où on opère.

C'est la première fois que ce fait est établi pour un composé renfermant des carbones asymétriques.

Le beau travail de M. Griner apporte à la considération des isomérisies prévues par les formules atomiques, et par la théorie stéréochimique, un solide appui expérimental qui en augmente encore la certitude.

L'étude des carbures isomériques découverts par l'auteur et qui ne diffèrent que par des relations de saturation entre les atomes de leurs molécules présente un intérêt très grand, et doit nous faire présager une longue suite de recherches heureuses.

A. COMBES.

3° Sciences naturelles.

Chodat (R). — Contribution à l'étude des plastides. — *Archives des Sciences physiques et naturelles*, Genève, 1891.

Les plastides, plus connus en France sous le nom de leucites, sont des corpuscules de forme déterminée, inclus dans le protoplasme des cellules végétales; les plus répandus sont les chloroplastides ou grains de chlorophylle. La connaissance de leur structure exige des recherches d'une grande délicatesse. Certains auteurs leur attribuent une structure granuleuse, d'autres, une structure spongieuse. D'après M. Chodat, ce sont des corps spongieux, formés d'un stroma protoplasmique incolore, circonscrivant des lacunes nombreuses et irrégulières. Dans le *Calanthe Sieboldi*, les lacunes, pendant la période de repos du plastide, sont disposées sans ordre; au moment de la division, le plastide prend la forme d'un biscuit; une sorte de polarisation des lacunes, ou mieux, des bandes du stroma, les dispose toutes parallèlement à la longueur, et la séparation se fait vers le milieu.

D'après M. Chodat et contrairement à l'opinion de M. Tschirch, les plastides d'aucune sorte ne possèdent de membrane, mais parfois, par suite d'une vacuolisation périphérique, on voit une fausse membrane sur une portion de leur pourtour. Quant au pigment, il tapisse d'une couche mince les parois des lacunes, tandis que la masse du stroma reste incolore. Le travail

de M. Chodat vient donc ajouter plusieurs faits intéressants à nos connaissances encore bien incomplètes sur les plastides.

C. SAUVAGEAU.

Hérail (F.), Professeur de matière médicale à l'Ecole de Médecine et de Pharmacie d'Alger, et **Bonnet (Vallère)**, ancien préparateur des Travaux micrographiques à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris. — **Manipulations de Botanique médicale et pharmaceutique. Iconographie histologique des plantes médicinales**, avec 36 planches coloriées et 223 figures dans le texte (20 fr.). J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille, Paris, 1891.

Sous le titre de *Manipulations de Botanique médicale et pharmaceutique*, M. Hérail vient de publier, en collaboration avec M. Bonnet, pour la partie iconographique, un excellent ouvrage que l'on peut recommander chaleureusement à tous ceux qui, de près ou de loin, s'occupent de questions touchant à la matière médicale. C'est une étude succincte et très claire de la structure histologique des plantes médicinales; il n'y faut pas chercher des théories ou des phrases creuses; l'auteur expose des faits et il appuie ses descriptions de nombreuses et belles figures exécutées par M. Bonnet et dispersées dans le texte ou réunies en planches accompagnées de brèves explications. Dans les planches, la teinte des principaux tissus est représentée telle qu'elle se présente au microscope. La légèreté des tons colorés produit le plus heureux effet et donne une grande valeur à l'ensemble de l'ouvrage qui revêt une allure artistique que l'on n'a point coutume de rencontrer dans les publications scientifiques.

Une première partie est consacrée à l'histologie générale. Quelques documents essentiels sur la technique microscopique sont suivis de l'étude de la cellule, puis successivement de celle des tissus et des organes. La seconde partie comprend la description histologique des parties des plantes usitées en médecine. Pour chacune d'elles, il est traité en quelques lignes de l'origine botanique, de la description extérieure, de l'histologie, des substitutions et des usages.

M. Hérail a dirigé brillamment pendant plusieurs années les travaux pratiques de micrographie de l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris. On peut juger, d'après le bel ouvrage qui résume en quelque sorte l'enseignement donné, de la valeur de cet enseignement et du mérite de celui qui était appelé à ces fonctions difficiles.

D^r H. BEAUREGARD.

Gautier (Emile). Une révolution agricole. **Georges Ville et les engrais chimiques**. — Un vol. in-8° de 88 pages. (9 fr. 75) Lecène, Oudin et C^e, 17 rue Bonaparte, Paris, 1892.

On lit dans le prospectus de ce petit livre des phrases comme celle-ci : « Au prix de quarante années de travail et de combat, un homme de génie, dont l'œuvre n'a de comparable peut-être, dans toute l'histoire des progrès de l'esprit humain, que l'œuvre de Lavoisier, M. Georges Ville, est parvenu... » etc.; etc...

Evidemment cet ouvrage a paru à l'insu de l'éminent professeur du Muséum.

L. O.

Lubbock (sir John). — Les sens et l'instinct chez les Animaux et principalement chez les Insectes. Un vol. in-8° de la Bibliothèque scientifique internationale avec 136 fig. dans le texte. (6 fr.) Félix Alcan, éditeur, 108, boulevard Saint-Germain, Paris, 1891.

Sir John Lubbock, tout en résumant, avec la clarté qui caractérise tous ses écrits, l'état actuel de nos connaissances sur les organes des sens dans la série animale, consacre la plus grande partie de son ouvrage à l'exposé de ses nouvelles observations sur les Insectes. Nous nous bornerons à indiquer ici ses principales conclusions.

Chez les Insectes, les organes du goût sont constitués par des poils modifiés occupant la bouche elle-même

et les organes tout à fait voisins. Les antennes sont des organes complexes, offrant des terminaisons nerveuses en rapport avec des poils de nature diverse, qui servent les uns au toucher, d'autres à l'odorat et d'autres probablement à l'ouïe. Les organes auditifs peuvent, en effet, être situés dans diverses parties du corps et être très différemment construits; chez le Grillon, par exemple, le sens de l'ouïe peut avoir son siège en partie dans les antennes et en partie dans les pattes; chez la larve de Corèthre, on trouve dans plusieurs segments du corps des organes chordotonaux, qui doivent être considérés comme les organes auditifs les plus simples. Bien que la structure des organes visuels, yeux à facettes et ocelles, soit aujourd'hui à peu près bien connue, nous ne possédons que des données imparfaites sur la manière dont s'opère la vision chez les Insectes. Suivant l'auteur, les ocelles serviraient surtout pour la vision dans l'obscurité et dans la vision de près. Ses nouvelles expériences sur les Abeilles lui ont montré que non seulement ces Hyménoptères distinguent les couleurs, mais encore qu'ils manifestent une préférence marquée pour le bleu, puis le blanc, et successivement pour le jaune, le rouge, le vert et l'orange. D'accord avec Forel, Lubbock admet que les Fourmis perçoivent les rayons ultra-violet avec leurs yeux et non par leur surface cutanée, ainsi que Gräber en avait émis l'opinion. Les Daphnies préfèrent la lumière à l'obscurité, mais une lumière trop vive ne leur convient pas; elles peuvent faire la distinction entre des rayons de longueurs d'onde différentes, et recherchent ceux qui nous donnent la sensation du vert et du jaune.

Les derniers chapitres de l'ouvrage de Lubbock sont consacrés à l'instinct des Insectes et à l'intelligence du Chien. L'auteur y rapporte ses propres observations sur la reconnaissance entre Fourmis, qui aurait lieu, non à l'aide de l'odorat, mais par le toucher au moyen des antennes. Il établit ensuite d'après ses recherches et celles de Romanes, qu'il n'existe pas de preuves suffisantes pour admettre, chez les Insectes, un sens qui pourrait être appelé « sens de direction ».

Nous insisterons davantage sur les ingénieuses et curieuses expériences relatives à l'intelligence du Chien. Lubbock, en plaçant des cartons sur lesquels étaient écrits en grosses lettres des mots tels que « nourriture », « eau », « os » etc., auprès des objets que ces mots représentaient, est arrivé à apprendre à un caniche à distinguer ces cartons au milieu d'autres cartons identiques portant des mots quelconques, et à établir une liaison entre le mot et l'objet. Le Chien apportait le carton sur lequel était écrit le mot qu'on prononçait devant lui et savait, lorsqu'il voulait boire ou manger, présenter les cartons portant les mots « eau » ou « nourriture ». L'auteur s'est assuré que ce n'était pas l'odorat qui permettait à l'animal de reconnaître les cartons, mais bien la vue, car l'expérience réussissait avec des cartons neufs que le Chien n'avait pas encore flairés. « Les expériences que j'ai faites », dit Lubbock, « sont très incomplètes, je le sens; mais je me suis décidé à les rapporter, espérant que leur publication m'apporterait quelques idées nouvelles ou bien qu'elles entraîneraient d'autres expérimentateurs, ayant plus de loisirs, à faire des observations pareilles, qui, je m'en doute pas, donneront des résultats intéressants. »

F. MENEGUY.

4° Sciences médicales.

Pichon (D^r Georges). — Folies passionnelles, études philosophiques et sociales, in-18, xii — 378 p. (3 fr. 50) E. Dentu, place Valois, 3 et 5, Paris, 1891.

Le livre de M. Pichon est un livre de vulgarisation, il s'adresse au grand public, mais je ne sais s'il sera très bien compris des lecteurs auxquels il est destiné; il n'est pas composé avec l'ordre et la méthode, écrit avec la clarté et la précision qui semblent indispensables aux ouvrages de ce genre. Peut-être après tout ne faut-il point le regarder comme un livre d'enseigne-

ment, mais comme un ensemble de sermons laïques sur les dangers de l'intempérance. La thèse que M. Pichon s'attache à démontrer, c'est que l'on a fait à l'hérédité une part beaucoup trop large parmi les causes de la folie, qu'il y a en réalité un grand nombre de folies acquises. Les raisons qu'il donne à l'appui de son opinion peuvent sembler étranges; la conviction que la folie est une maladie héréditaire et par conséquent incurable est de nature, dit-il, à décourager le malade, la famille et le médecin. Tout d'abord la conséquence n'est point certaine, ce n'est point une raison parce qu'une maladie est congénitale, pour renoncer à la soigner; un traitement approprié réussira souvent à améliorer l'état du malade, sinon à le guérir, je n'en veux d'autre exemple que l'action du traitement bromuré sur les épileptiques. Puis, quand cela serait vrai, ce ne serait point une raison pour nier que les maladies mentales n'apparaissent que chez les prédisposés, si tel est réellement le cas. On s'étonne de voir un homme de science contester l'exactitude de faits scientifiques, en disant que les admettre, c'est fournir des arguments nouveaux aux doctrines fatalistes et un prétexte à l'inaction du médecin. M. Pichon semble dans les premières pages de son livre restreindre étrangement le rôle de l'hérédité dans le développement des maladies mentales et se faire l'adversaire décidé d'une doctrine universellement admise par les cliniciens et par tous ceux qui ont quelque expérience des aliénés; il affirme que la folie peut se développer d'emblée sous l'influence des passions chez des sujets dont l'hérédité est intacte. Mais il est vite obligé de reconnaître, lorsqu'il veut dresser la liste de ses folies passionnelles, qu'aucune vésanie vraie, ni le délire chronique, ni les délires des dégénérés, ni même la mélancolie n'apparaissent chez des individus normaux, dont le système nerveux n'a reçu jusque-là aucune atteinte; et cette liste qui promettait tout d'abord d'être longue ne comprend en réalité que la paralysie générale et les folies toxiques (alcoolisme, abstinence, morphinisme, etc.).

M. Pichon tente bien d'y ajouter une folie érotique, mais son expérience de clinicien l'oblige à avouer que les perversions et les excès sexuels sont le plus souvent le résultat et non la cause de l'état mental du sujet; les observations qu'il rapporte montrent que dans les cas mêmes où ces excès ont été la cause occasionnelle de la maladie, il s'agissait de prédisposés. On savait depuis longtemps que, malgré le rôle considérable joué par l'hérédité dans la paralysie générale, qui au reste n'est point à proprement parler une psychose, cette maladie pouvait se développer chez des sujets qui n'avaient aucune tare héréditaire; Magnan par exemple a montré que l'alcool pouvait produire des lésions identiques à celles de la paralysie générale et il a décrit une paralysie générale alcoolique. Il n'est pas besoin d'insister pour faire voir que l'alcool, l'absinthe, la morphine peuvent déterminer des accidents toxiques, aigus ou chroniques, chez les sujets normaux, que ces accidents apparaîtront seulement plus rapidement chez les prédisposés. Mais il n'y a rien dans tout cela qui permette de créer un groupe de « folies passionnelles »; la cause même que M. Pichon attribue à la paralysie générale, le surmenage cérébral, n'a que bien peu de choses à faire avec les passions. En réalité le livre de M. Pichon consiste en un certain nombre de remarques sur la paralysie générale et les folies toxiques, où sont encaдрées quelques observations intéressantes et que précède une longue dissertation sur les dangers médicaux du fatalisme.

L. MARILLIER.

Miquel. — Manuel pratique d'analyse bactériologique des eaux, 1 vol. in-18 Jésus (2 fr. 75), Gauthier-Villars, 53, quai des Grands-Augustins, Paris, 1891.

Les premières analyses bactériologiques des eaux ont été publiées par M. Miquel, il y a bientôt onze ans.

Depuis cette époque l'importance de ce genre de recherches s'est singulièrement accrue. L'analyse chimique, jadis seule appréciée pour déterminer la « potabilité » de l'eau, a dû céder le pas à l'analyse bactériologique. La théorie, actuellement dominante en France, de la propagation presque exclusive de la fièvre typhoïde par l'eau de boisson, a suscité de nombreuses recherches de ce côté. Quand une ville songe à organiser une amenée d'eau ou encore lorsqu'une épidémie éclate dans une agglomération, la préoccupation des autorités municipales ou centrales est de faire vérifier l'état de l'eau. Les procédés d'analyses se sont heureusement simplifiés depuis l'époque où M. Miquel faisait paraître son premier mémoire; comme il l'écrit dans la préface de son manuel, « actuellement les analyses doivent et peuvent s'effectuer partout ».

Mais quels que soient les progrès accomplis, les simplifications apportées, l'analyse bactériologique d'une eau quelconque est et sera toujours un travail difficile, délicat, surtout exigeant une méthode rigoureuse. On conçoit qu'un manuel écrit par un savant passé maître en cet art soit un guide précieux pour ceux qui seront appelés à poursuivre des recherches de ce genre.

Le plan adopté est très net, très précis et il est indiqué dans le titre des cinq chapitres qui forment le manuel : prélèvement des échantillons, transport de l'eau prélevée, analyse quantitative, analyse qualitative, lecture des résultats obtenus.

Dans le chapitre II « Transport des eaux », M. Miquel insiste sur les précautions à prendre quand l'analyse quantitative ne peut être faite sur les lieux mêmes. Les bactéries pullulent rapidement dans les eaux maintenues quelque temps enfermées dans des vases à la température ordinaire; il est donc de toute nécessité de maintenir les récipients à une température voisine de 0°.

Dans le chapitre III « Analyse quantitative », l'ardent promoteur des cultures en milieux liquides n'hésite pas aujourd'hui à conseiller dans un grand nombre de cas l'emploi des cultures sur milieu solide, qui offre l'avantage incontestable d'être plus rapide et plus pratique.

Mais quelle que soit l'importance de l'analyse quantitative, ce n'est pas elle qui renseigne le mieux l'hygiéniste : les travaux de Wollflügel, de Meade, de Bolton, etc., ont montré que la numération des colonies est bien insuffisante pour trancher la question de la potabilité d'une eau. Ce qu'il importe surtout, c'est de pouvoir affirmer qu'une eau destinée à l'alimentation ne renferme pas de microorganismes pathogènes. Aussi le chapitre IV, consacré à la recherche des microbes connus, est-il peut-être le plus intéressant de ce travail. M. Miquel donne la technique pour la recherche des bacilles du tétanos, de la fièvre typhoïde, du choléra. Nous eussions souhaité plus de développement à ce sujet : le bacille d'Eberth, dit typhique, dont la diagnose est si difficile, mérite en effet une minutieuse description : en ce moment surtout on ne saurait trop attirer l'attention des hygiénistes sur les précautions à prendre pour le déceler sûrement.

Dans les dernières lignes de sa préface, M. Miquel fait remarquer que si l'analyse n'a actuellement en vue que l'hygiène et la recherche des organismes pathogènes, un jour viendra où son champ d'action s'étendra et où l'industrie lui demandera de nombreux renseignements. Cette opinion ne nous paraît pas chimérique : on sait que certains établissements industriels de tannerie, teinturerie, brasserie etc., doivent leur prospérité à la qualité des eaux qu'ils emploient. Très souvent l'analyse chimique la plus minutieuse n'a pu déceler, dans deux eaux qui présentaient des propriétés industrielles très différentes, des variations appréciables de composition; peut-être faudrait-il songer dans ce cas à un rôle joué par les micro-organismes ou leurs produits, rôle jadis complètement ignoré, encore mystérieux aujourd'hui, mais qui demain finira sans doute par être reconnu.

L. O.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 2 novembre 1891.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Parenty : Sur les dimensions et la forme de la section d'une veine gazeuse où règne la contrepression limite pendant le débit limite. — M. Charlois : Observations de deux nouvelles petites planètes découvertes à l'Observatoire de Nice les 24 septembre et 8 octobre 1891. — M. Mascart, rappelant que Bradlay avait émis l'opinion acceptée par Arago, et ensuite par tout le monde, que la constance de l'aberration prouve que la lumière se meut uniformément dans tout l'espace céleste, fait remarquer que l'on n'a pas le droit de tirer cette conclusion; la vitesse constante de la lumière n'est rigoureusement démontrée par l'aberration constante que pour l'intérieur de l'orbite terrestre. — M. J. Janssen expose l'état actuel des travaux entrepris sous sa direction en vue d'établir un observatoire au sommet du Mont Blanc; la galerie horizontale attaquant la calotte glacée à 12 mètres au-dessous du sommet a parcouru 46 mètres, dont 23 au-dessus de l'arête rocheuse, qui forme sans doute l'ossature du haut de la montagne, sans rencontrer la roche. Prévoyant alors le cas où l'on tenterait d'établir l'édifice sur la neige durcie elle-même, projet qu'il ne considère nullement comme inacceptable, M. Janssen a fait construire au sommet même un édifice provisoire en bois, solidement assemblé et rendu solide d'une masse importante de neige, pour voir comment une construction de ce genre supportera l'hiver et à quels déplacements elle sera soumise.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. Trouvé présente un modèle réduit de fontaine lumineuse où, le principe de Colladon n'étant utilisé qu'en partie, l'éclairage se fait directement à travers l'ajutage même de sortie, qui est en cristal. — M. Faye donne communication d'une note sur l'ouïrage qui a sévi sur la Martinique le 18 août dernier, note extraite de l'*American Journal of Meteorology*. — MM. H. Gautier et G. Charpy ont étudié la façon dont les métalloïdes halogènes réagissent sur les métaux; en mettant en contact prolongé des fils métalliques bien décapés avec du chlore et du brome secs, ils ont constaté que la plupart des métaux, à l'exception de l'aluminium, sont à peine attaqués à la température ordinaire; il est à remarquer que le magnésium résiste complètement; les chlorures et les bromures d'aluminium et de magnésium présentent dans leurs propriétés et dans leur formation à partir des oxydes des analogies qui ne permettraient pas de prévoir cette différence. L'attaque est rapide pour tous les métaux lorsqu'il se trouve une certaine quantité d'eau en présence. — M. E. Rebul fait connaître un nouveau butylène bromé, dont la structure est représentée par la formule $\text{CH}^2 = \text{CH}^2 - \text{CBr} = \text{CH}^2$, et qui se forme en enlevant HBr au bromure d'éthyléthylène; il bout à 88°; chauffé à 100° en vase clos avec de la potasse et de l'alcool, il donne de l'éthylacétyle; M. Rebul passe en revue les divers butylènes monobromés antérieurement décrits, et propose pour le sien le nom de bromhydrate α d'éthylacétyle.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. A. Gautier, en présentant son traité de *Chimie biologique*, ajoute quelques développements sur les chapitres de ce livre où sont exposés plus particulièrement des idées nouvelles ou des travaux inédits : sur les chlorophylles et leur rôle dans les synthèses qui s'accomplissent dans la feuille, sur la constitution de l'acide urique et des corps des séries urique et xanthique, sur les leucomaines, les

ptomaines et diverses albumines, sur l'origine de l'énergie et du travail musculaire, avec la démonstration que le muscle ne peut être assimilé à une machine thermique; enfin sur les relations générales de l'animal avec le monde extérieur et la façon dont celui-ci emprunte son énergie à celui-ci. — M. C. Chabrie a étudié, en vue d'applications à la théorie de la fonction rénale, la façon dont se comporte le sérum du sang lorsqu'on le fait passer à travers la porcelaine sous une faible pression; il a constaté que les principes immédiats du sérum passent dans un ordre fixe qui est déterminé par les grandeurs relatives de leur molécule, les plus petites molécules passant les premières. — M. de Lacaze-Duthiers dément l'information reproduite dans la presse, d'après laquelle le laboratoire Arago aurait été démolí par un coup de mer. — M. A. Chatin compare les truffes blanches d'Afrique et d'Asie, *Kamés* ou *Terfaz*, avec les truffes d'Europe; le parallèle porte tant sur les divers faits relatifs aux conditions de vie de ces végétaux que sur leur composition chimique et leur importance alimentaire et commerciale; M. Chatin fait remarquer que bien que les *Terfaz* ne donnent lieu qu'à un mouvement commercial beaucoup plus faible que les Truffes, leur rôle est cependant des plus considérables dans l'alimentation des populations arabes. — M. A. Gaudry communique la relation de l'excursion géologique qui a eu lieu dans les Etats-Unis et particulièrement dans les Montagnes Rocheuses, à la suite du Congrès international de géologie de Washington; quatre-vingt-neuf géologues ont parcouru 2,500 lieues dans un train spécial qui s'arrêtait à tous les endroits intéressants. M. Gaudry insiste spécialement sur les grands fossiles jurassiques des Montagnes Rocheuses, qu'il a pu étudier dans les collections du professeur Marsh, à Newhaven, et du professeur Cope, à Philadelphie. — M. A. de Lapparent établit la chronologie des roches éruptives de Jersey. — M. Ch. de Stefani présente un ensemble d'observations géologiques nouvelles sur l'île de Sardaigne. — M. Forsyth Major donne la liste complète de la faune des Vertébrés (Miocène supérieur) qu'il a découverte dans l'île de Samos et sur laquelle il a fait en 1880 une communication préliminaire. Il donne quelques détails sur les espèces de cette faune qui ne sont pas représentées dans les gisements analogues, Pikermi, le mont Léberon, etc. — M. Ed. Piette fait connaître que l'on vient de découvrir à Montfort (Ariège) une petite station de l'âge du renne où les amas magdaléniens sont recouverts par une couche à galets colorés, analogues à ceux qu'il a été le premier à signaler dans la grotte du Mas-d'Azil.

Mémoires présentés : M. L. Barrand : De l'obscurité des eaux-de-vie et la nouvelle loi belge; moyen proposé pour y remédier. — M. Chicandard adresse, à propos d'un travail de M. Boultroux, une communication relative à la fermentation panaique; il maintient que cette fermentation est due à des bacilles et non à des levures. — M. Léop. Hugo : Sur une combinaison relative aux décimales du nombre π . — M. Delaurier : Genèse des maladies contagieuses et épidémiques.

Séance du 9 novembre 1891.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Autonne : Sur les intégrales algébriques de l'équation différentielle du premier ordre. — M. Lelievre : Sur les surfaces à génératrices rationnelles. — M. Rateau, dans une communication précédente, avait défini une classe spéciale d'appareils, les *turbo-machines*, dont il faisait une étude d'ensemble. Il traite divers points accessoires de sa

théorie, et établit un parallèle entre les turbo-machines et les dynamos. — M. Marey indique les services que la chronophotographie pourrait rendre dans l'étude des appareils destinés à la locomotion aérienne; il présente une épreuve reproduisant la trajectoire et les positions d'un appareil construit par M. Bazin et exécutant le vol plané.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. C. J.-A. Leroy indique un moyen simple de vérifier le centrage des lentilles dans un objectif de microscope; ce moyen consiste à examiner l'objectif avec un ophtalmoscope : les images catoptriques fournies par les diverses lentilles se superposent ou se projettent suivant une droite si le centrage est exact. — M. H. Becquerel a repris l'étude des lois de l'intensité de la lumière émise par les corps phosphorescents, étude qui avait été ébauchée par son père. Celui-ci, comparant l'extinction de la phosphorescence au refroidissement des corps, avait posé $i = i_0 e^{-\alpha t}$. M. H. Becquerel établit, en partant de cette loi d'extinction, la loi à laquelle doit obéir la période d'excitation lumineuse dans la phosphorescence; la formule ainsi obtenue est en désaccord avec l'expérience. L'auteur cherche alors à établir par des considérations mécaniques simples une relation entre l'intensité de la lumière émise par un corps phosphorescent et le temps écoulé depuis le moment où l'excitation lumineuse a cessé; il aboutit à une formule qui rend compte du phénomène pour un certain nombre de corps phosphorescents; les autres peuvent être soumis à la loi si on les considère comme constitués par un mélange; cette hypothèse est justifiée par l'examen de la phosphorescence provoquée sur ces corps au moyen d'un spectre; on reconnaît en effet dans ce cas plusieurs bandes distinctes. — A propos d'un travail récent de sir W. Thomson sur le potentiel d'un grillage composé de fils parallèles en nombre infini, M. Haton de la Goupillière rappelle la communication qu'il a présentée sur ce sujet, il y a trente-deux ans. — M. R. Blondlot : Détermination de la vitesse de propagation des ondes électro-magnétiques. (A ce sujet voir plus loin le compte-rendu de la *Société française de Physique*, p. 764.) — M. D. Berthelot avait montré, dans des communications antérieures, que lorsqu'on ajoute à un acide monobasique dilué des quantités croissantes d'alcali, la conductibilité de la solution décroît jusqu'à la formation du sel neutre, puis augmente de nouveau; dans le cas d'un acide fort et d'une base forte, la marche du phénomène peut être représentée par deux droites qui se coupent au point de neutralisation. En réalité, au voisinage immédiat de ce point, les deux droites sont reliées par une courbe; c'est l'étude précise de cette courbe que M. D. Berthelot fait aujourd'hui pour l'acide chlorhydrique et la baryte; cette marche non linéaire du phénomène indique l'existence dans les solutions diluées de traces de sels acides ou basiques. — M. G. Rousseau avait indiqué la formation aux températures élevées d'hydrates salins, en particulier des ferrites et des manganites hydratées; pour répondre à l'objection qui lui avait été faite, que l'eau de ses composés pouvait provenir d'une hydratation pendant les lavages, il a repris quelques-unes de ses expériences, en n'employant comme dissolvants que la glycérine et l'alcool absolu; les manganites ont été identiques à ceux obtenus précédemment; les ferrites ont contenu un peu moins d'eau, ce que l'auteur attribue à l'action déshydratante de la glycérine. — M. H. Moissan a fait réagir le phosphore sur l'iodure de bore au sein du sulfure de carbone pur et sec; il a obtenu le phosphoiodure de bore PhBI ; réduit par l'hydrogène, ce corps devient PhBI ; M. Moissan décrit quelques propriétés de ces deux corps. — M. A. Chassevanta obtenu un chlorure double de cuivre et de lithium, dissociable par l'eau, mais stable en présence d'un excès de chlorure de lithium. — M. J. Houdas a repris l'étude des principes immédiats de la digitale solubles dans l'eau; il a reconnu qu'il n'existe que la *digitaleïne* de Nativelle et que la *digitonine* de Schmiedeberg n'en

est pas distincte. Une propriété caractéristique de la digitale est celle de former des combinaisons cristallisables avec les divers alcools de la série grasse; la solubilité de ces cristaux est en raison inverse du poids moléculaire de l'alcool. M. Houdas a dédoublé la digitale en deux glucosides, sans mise en liberté de glucose. — MM. Jungfleisch et Légeront répété le travail de MM. Comstock et König en vue d'obtenir le corps désigné par ceux-ci sous le nom d'*isocinchonine*; MM. Jungfleisch et Légeront ont reconnu que ce corps n'est pas leur *cinchonine* appelée actuellement *isocinchonine* par M. Hesse, mais leur *cinchonine*; la désignation d'*isocinchonine* semble donc devoir disparaître, comme prêtant à une confusion, d'autant plus que M. Hesse l'avait d'abord appliquée à un mélange de divers produits du dédoublement de la cinchonine par l'acide sulfurique. — MM. Lezé et Allard indiquent comment le procédé de M. Lezé pour le dosage de la matière grasse dans le lait (chaulage à 40° après traitement par HCl et saturation par AzH_3 , mesure du volume occupé par le beurre fondu) peut être appliqué aux divers produits du lait, crème, fromage, etc.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. A. B. Griffiths a traité par l'éther et l'acide tartrique en solution aqueuse les urines des malades atteints de diverses maladies infectieuses; il a obtenu des ptomaines toxiques, il a extrait les mêmes ptomaines des cultures de l'agent infectieux. — M. G. Demy a étudié par la chronophotographie les saillies que produisent les muscles, pendant les mouvements; il est possible, d'après ces saillies de reconnaître si un membre, pris dans une attitude donnée, est en train de se fléchir ou de s'étendre; il existe des formes caractéristiques du repos, de l'effort statique et de l'effort dynamique. — M. Mitrophanow a étudié chez les Scléractiens la formation du système nerveux périphérique. Ses conclusions principales sont les suivantes : le germe du système nerveux périphérique apparaît après la fermeture du tube nerveux et sa séparation de l'ectoderme; il prend naissance dans la paroi supérieure du tube nerveux par suite de la multiplication des éléments de ce dernier; sa croissance ultérieure dépend de la multiplication indépendante de ses éléments. — M. P. Vuillemin a repris l'étude des modifications que l'*Ustilago anthracinum* produit dans les fleurs femelles du *Lychnis dioica*, modification qui porte dans la classification de M. Giard le nom de *castration parasitaire androgène*. Il a constaté qu'il y a bien castration, le développement du pistil étant arrêté, mais l'androgénie n'est qu'apparente; les rudiments des étamines subissent une hypertrophie morbide, sans produire de pollen; ce sont les spores de l'*Ustilago* qui remplissent leurs loges. — M. des Vallières décrit, d'après un grand nombre d'observations faites par lui, la lutte du vent du sud-est et du vent d'ouest sur le sommet des Cévennes, lutte dont l'étude permet de prédire le mistral.

Mémoires présentés. M. P. Delestrade adresse un mémoire sur les météores cosmiques. — M. Ch. V. Zenger : Parallélisme de la vitesse du vent, des perturbations magnétiques et des aurores boréales en 1888. — M. E. Serrant adresse une note relative à une culture de pommes de terre à grand rendement. L. LAPICQUE.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 3 novembre.

M. Bérenger-Féraud : Note sur le cornet à chloroforme en usage dans la marine. L'auteur rappelle que dans la marine française, où l'on pratique depuis longtemps l'anesthésie au moyen d'un cornet, les accidents sont extrêmement rares. De l'enquête à laquelle il s'est livré, il résulte que depuis 1855 les chirurgiens de la marine ne se souviennent que de quatre cas de mort par le chloroforme. L'auteur lui-même n'a observé qu'un cas de mort par le chloroforme au début de ses études. Il conclut de ces faits que l'on doit proclamer la supériorité du cornet sur la compresse ordinaire

appliquée sur la figure de l'opéré qu'elle cache en partie, en même temps qu'elle gêne la respiration. Le cornet, au contraire, permet de surveiller la figure du patient pendant l'anesthésie; il n'expose pas l'opéré à recevoir le contact direct du chloroforme dans les narines et permet l'arrivée de l'air en même temps que les vapeurs anesthésiques. — M. Verneuil: Gangrène partielle du pied, consécutive à des injections hypodermiques d'antipyrine. Après avoir décrit les observations concernant deux sujets, l'auteur recherche la cause de la gangrène et dit, comme conclusion pratique, que si les injections hypodermiques d'antipyrine méritent d'être conservées en thérapeutique, il faudra compter avec l'état anatomique et fonctionnel des systèmes nerveux et vasculaire de la région sur laquelle on se proposera d'opérer. — M. Le Dentu: Rein gazeux; analyse des gaz; examen histologique. L'auteur rappelle qu'il a présenté à l'Académie, au mois de mai dernier, un rein kystique dont la cavité était remplie de gaz. A 0°, et sous la pression de 760 mm., le volume des gaz recueillis fut de 8 cc., 16 dont la composition pour 100 parties se trouva être de 92,16 d'Az et O (environ dans les proportions que donne l'analyse de l'air atmosphérique) et de 7,84 de CO₂. Ces gaz ne pouvaient provenir que du sang; mais il est à noter que leurs proportions sont très différentes de celles que révèle l'analyse de ce dernier. En effet, dans le sang artériel, on trouve de 26 à 31 parties d'CO₂ de 11 à 17 d'O et de 1 à 1,80 d'Az, et dans le sang veineux de 27 à 34 parties d'CO₂, de 10 à 12 d'O et de 1 à 1,25 d'Az. On voit donc que l'écart porte principalement sur les quantités respectives d'azote dans le sang et dans les reins. La proportion d'azote a été de beaucoup la plus forte dans le rein malade.

Séance du 10 novembre.

M. le Dr Riccochon (de Champdeniers) réclame la priorité au sujet de la communication de M. Verneuil sur la gangrène causée par l'introduction de l'antipyrine dans le tissu conjonctif. Ce praticien rappelle en effet qu'il a été témoin d'un fait tout pareil relaté dans la Gazette hebdomadaire du 11 novembre 1887.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 7 novembre 1891

M. F. Regnault décrit la dilatation des joues qu'il a observée chez les souffleurs de verre; il fait remarquer que cette déformation est reproduite fort exactement dans les œuvres d'art du XVIII^e siècle, tandis qu'elle semble depuis avoir été ignorée des artistes. — M. Adenot rapporte plusieurs cas d'appendicite où l'examen bactériologique a décelé le *Bacterium Coli commune*, pur ou associé au staphylocoque. — MM. Chantemesse et Vidal discutent les expériences récentes par lesquelles on a voulu identifier le bacille d'Eberth avec celui d'Escherich; si, comme l'a indiqué M. Dubief, le *B. Coli commune* fait fermenter la glucose, cette fermentation est plus lente que par le bacille typhique; mais, avec la lactose, la différence est radicale, et l'existence ou l'absence de fermentation est un véritable critérium. Quant aux expériences par lesquelles MM. Rodet et G. Roux auraient transformé le *B. Coli commune* en bacille d'Eberth, MM. Vidal et Chantemesse les ont répétées sans obtenir jamais cette transformation. En résumé, sans vouloir discuter la question d'une origine ancestrale commune, les auteurs affirment que dans l'état actuel, au point de vue expérimental, le bacille d'Eberth et celui d'Escherich constituent deux espèces distinctes. — M. Mégnin a observé chez le pigeon une espèce de ténia qu'il identifie à une espèce créée par Rudolphi et depuis mise en suspicion, le *T. spheonoccephala*. — M. Saint-Hilaire a constaté que les antiseptiques ont une action plus puissante à 45° qu'à 15°. — M. Dopeff: Du mélange des couleurs matérielles et de leur contraste simultané.

Séance du 14 novembre.

M. A. Binet décrit l'organisation d'un ganglion tho-

racique chez quelques Coléoptères de la tribu des Méléonithiens. — M. Mégnin a découvert sur les poules dites *poules de Padoue* un Acarien de grande taille, voisin des *Dermanysses*, qui vit dans la huppe de ses victimes. M. Mégnin lui impose le nom de *Lophoptes patavinus*; g. n., sp. n. — M. P. Sollier signale l'existence de la *gustation colorée*; il en rapporte un cas observé par lui sur un hypocondriaque. — M. Ch. W. Stiles a recherché quel était en Amérique, où le hanneton n'existe pas, l'hôte intermédiaire de l'*Echinorhynchus gigas*, fréquent chez les porcs; il a trouvé cet hôte dans diverses espèces de *Lachnosterna*.

Séance du 21 novembre 1891.

A propos de la note de M. Sollier sur la gustation colorée, M. Féré rappelle qu'il a autrefois communiqué à la Société un fait de ce genre. — En commun avec M. Habert, M. Féré a recherché le bromure dans les divers organes d'épileptiques morts dans son service; l'accumulation diffère suivant que la bromuration est ancienne ou récente. M. Richet, dans ses recherches sur la toxicité des alcalins, avait constaté une accumulation remarquable de chlorure de lithium dans le rein. — M. Féré classe 18 bromures métalliques au point de vue de leur dose toxique. — M. Henriquez a constaté dans un certain nombre de cas des microbes pathogènes dans l'urine, recueillie aseptiquement, de sujets indemnes de toute maladie infectieuse; il s'agissait en général du staphylocoque; il a trouvé aussi quelquefois des microbes dans l'urine de lapins et de cobayes sains. — M. Laveran étudie un hématozoaire fréquent dans le sang du pinson; il a trouvé aussi un hématozoaire chez des pigeons venus de Toscane. Il a obtenu des résultats positifs en inoculant le sang d'alouettes infectées à des alouettes saines; on observe chez les sujets en même temps que la prolifération du parasite, une anémie considérable. — M. Choupey rapporte un cas de dermatographie de la face, chez un sujet qui semble normal d'autre part. — M. Paulier décrit un procédé de mesure de la surface des organes, et du cerveau en particulier. — M. Gillis a repris l'étude anatomique des muscles *scalènes*; il en décrit trois au lieu des deux classiques. — M. Winter: Considérations nouvelles sur le chimisme stomacal. — MM. Voisin et Aran maintiennent contre MM. Gilles de la Tourette et Cathelineau que la nutrition, étudiée au point de vue de la composition des urines, est fort peu troublée dans l'état hypnotique.

L. LAPICQUE.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 20 novembre 1891

M. Bouty expose le résultat de ses travaux sur les propriétés diélectriques du mica. La méthode employée est celle qui lui a servi antérieurement à établir la loi du résidu dans les condensateurs étalons Carpentier (Voir la Revue, t. I^{er}, p. 614). Il a d'abord cherché le meilleur procédé à employer pour armer une lame de mica et constituer les armatures du condensateur. Le procédé ordinaire, qui consiste à coller les feuilles d'étain sur le mica par du vernis à la gomme laque, ne produit qu'une adhérence imparfaite et donne des lames de capacité très variable; la capacité est parfois à peu près indépendante de l'épaisseur, et varie considérablement quand on exerce une pression sur les lames. Le seul procédé rigoureux consiste à argenter directement les faces du mica. Avec des lames ainsi constituées, si l'on a pris des précautions suffisantes de dessiccation, de manière à éviter les fuites superficielles, on trouve que les lois établies pour le résidu des condensateurs étalons s'appliquent rigoureusement. M. Bouty s'est alors proposé de rechercher sur le mica si la constante diélectrique était bien un élément invariable. Pour cela, il a fait varier la température dans des limites étendues: en protégeant l'armature d'argent par une couche de cuivre électrolytique,

il a pu pousser ses recherches jusqu'à 400 degrés. Il a montré ainsi avec certitude que, au degré de précision des expériences, c'est-à-dire à $\frac{1}{2}$ près, le pouvoir inducteur spécifique conserve rigoureusement la même valeur, bien que le résidu varie dans des proportions énormes. Aussi la constante diélectrique doit-elle être considérée comme appartenant au groupe des propriétés spécifiques des corps que la température altère peu, comme la densité, l'indice de réfraction, etc. Pour le mica, cette valeur certaine de la constante diélectrique est égale à 8. La loi de Maxwell est donc loin de s'appliquer à ce corps, sans doute parce que ce n'est pas un diélectrique homogène à la manière des liquides purs. Outre leur portée théorique, les recherches de M. Bouty trouvent une application immédiate dans la construction des condensateurs étalons commerciaux. Au procédé imparfait actuellement employé pour armer le mica, et qui exige des quantités de ce corps beaucoup trop considérables, il convient de substituer le procédé par argenture. Les condensateurs actuels pourraient être remplacés par des appareils d'un volume et d'un poids beaucoup moins considérables; un condensateur d'un microfarad devient ainsi un instrument de la dimension d'un livre de poche. En outre, on gagne au point de vue de l'invariabilité du condensateur. — La mesure absolue de la vitesse de propagation des ondes électro-magnétiques de Hertz a déjà été l'objet de nombreux travaux, mais jusqu'ici aucun n'a conduit à de bons résultats. M. Blondlot a abordé à son tour ce difficile problème; la méthode qu'il a imaginée lui a permis de le résoudre avec un succès complet. La longueur d'onde que l'on observe étant, comme l'ont montré MM. Sarrazin et de la Rive, celle qui est propre au résonateur, il s'agit de se placer dans des conditions où la détermination exacte de la période propre du résonateur soit possible. La forme rudimentaire adoptée par Hertz ne se prête pas à un calcul rigoureux. En adoptant, par exemple, un résonateur constitué par un condensateur formé de deux plaques de cuivre circulaires, distantes d'une fraction de millimètre et reliées entre elles par un circuit rectangulaire de dimensions convenables, M. Blondlot se trouve dans des conditions où la formule de M. Lippmann, qui donne la période en fonction de la capacité et de la self-induction, est applicable. On mesure la capacité électromagnétique par la méthode classique; quant au coefficient de self-induction, la forme du résonateur permet de le calculer rigoureusement. La période T étant connue, il suffit de mesurer la longueur d'onde pour en déduire la vitesse cherchée V , d'après la formule $\lambda = VT$. M. Blondlot a mesuré cette longueur d'onde le long de fils métalliques. Il s'est servi de deux fils parallèles. On donne une certaine position au résonateur et on cherche par tâtonnement à quelle distance on doit placer sur les fils une tige métallique transversale servant de pont pour que le résonateur soit à l'extinction. La distance du pont au résonateur donne $\frac{\lambda}{2}$. M. Blondlot, en modifiant les dimensions du résonateur, a pu faire varier la longueur d'onde du simple au quadruple. Les valeurs de V demeurent très concordantes et donnent comme moyenne 297.600 kilomètres par seconde. On sait, d'après les travaux de MM. Sarrazin et de la Rive, que la vitesse à travers l'air serait la même que le long des fils. On voit qu'un degré de précision d'expériences aussi délicates, ce nombre est identique au v de Maxwell et à la vitesse de la lumière. — M. Cornu fait ressortir toute l'importance et la portée du magistral travail de M. Blondlot.

EDGARD HAUDÉ.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

Séance du 12 octobre 1891.

M. Dufet donne la description cristallographique de quelques sels nouveaux ou peu connus à ce point de vue. M. Mallard décrit en son nom et en celui de

M. Cumenge un nouveau minéral, la *boléïte* $3[\text{PbCl}(\text{HO}), \text{CuCl}(\text{HO}) + \text{AgCl}]$, voisine de la *percyllite*. Il se trouve à Bolfo (Mexique) en cristaux cubiques atteignant 2^{m} d'arête, ou en petits octaèdres quadratiques. De très remarquables anomalies optiques débrouillées par ce savant le conduisent à considérer cette substance comme ayant la forme quadratique représentée par les paramètres $a : c = \frac{2}{3}, 1,645$. Quand ce réseau pseudocubique n'est pas groupé, la forme habituelle est celle d'octaèdres $a \frac{2}{3}$. Les groupements donnent naissance tantôt à des groupements octaédriques, tantôt aux cristaux d'apparence cubique. — M. A. Lacroix signale dans les trachytes du Plateau central des enclaves de *smidinites*, analogues à celles des Açores, du Vésuve et riches en minéraux, parmi lesquels se fait surtout remarquer le *zircon* affectant soit la forme habituelle, allongée suivant l'axe vertical, soit celle de petits octaèdres identiques à l'*azorite*. — M. Ch. Friedel montre un échantillon de pyrite épigène de Meymac renfermant de petits cristaux de soufre natif. — M. Wyrhoff fait voir un microscope renversé qu'il a fait construire et qui permet d'observer les lames cristallines et de mesurer leurs extinctions à hautes températures. Il entretient ensuite la Société des recherches qu'il poursuit sur la série des sels $\text{MO}^1 \text{NP}^2, 2\text{H}_2\text{O}$; ($\text{M} = \text{S}, \text{Se}, \text{Te}$); ($\text{N} = \text{Mg}, \text{Zn}, \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ca}$); ($\text{P} = \text{K}, (\text{NH}_4), \text{Rb}$). Ces sels sont triciniques, ils présentent les mêmes formes dominantes, les mêmes clivages, les mêmes macles, des paramètres très voisins et cristallisent ensemble; ils ne se distinguent que par leurs propriétés optiques. Ils paraissent donc parfaitement isomorphes. Prenant pour exemple $\text{Se O}^1 \text{Zn K}^2$ et $\text{So}^4 \text{Fe K}^2$, l'auteur montre que la chaleur ne modifie pas les propriétés optiques du premier, mais qu'à 75° le second subit une transformation réversible lui donnant les propriétés optiques du second. M. Wyrhoff en conclut que ces sels ne sont pas isomorphes, mais *dimorphes*, avec des réseaux extrêmement voisins qui ne deviennent identiques qu'à une certaine température. Ces faits confirment l'idée émise par l'auteur, à savoir que l'ellipsoïde optique dépend du réseau cristallin et qu'à un réseau donné correspond toujours le même ellipsoïde. Les corps isomorphes seraient ceux qui possèdent même réseau et même ellipsoïde optique.

A. LACROIX.

SOCIÉTÉ MATHÉMATIQUE DE FRANCE

Séance du 18 novembre 1891.

M. Bioche étudie les surfaces réglées qui, passant par une courbe, ont le long de cette courbe une courbure totale donnée, constante ou variable. Il généralise ainsi diverses propositions relatives aux développables (cas de la courbure totale nulle). — M. Lemoine : Sur la transformation systématique par continuité des formules relatives à la théorie du triangle. — M. Fourret fait une communication sur les points singuliers des équations différentielles du premier ordre et du premier degré. Il détermine par une méthode simple le nombre des points singuliers d'une équation différentielle et ajoute quelques remarques sur le rôle de ces points, au point de vue de l'intégration. — M. Humbert : Sur les surfaces desmiques du quatrième ordre. Étude de quelques courbes remarquables tracées sur ces surfaces, basée sur un mode de correspondance des courbes linéaires de la surface et des droites d'un plan.

M. D'OCAGNE.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 6 novembre 1891.

M. Sydney Young : Sur les généralisations de Van der Waals relatives aux températures, pressions et volumes « correspondants ». L'auteur donne les résultats de ses recherches faites en vue de déterminer dans quelle mesure les déductions théori-

ques s'accordent avec les faits expérimentaux. De son équation

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = R(1 + \alpha t)$$

Van der Waals conclut que si les températures absolues de diverses substances sont proportionnelles à leurs températures absolues critiques, leur tension de vapeur sera proportionnelle à leur pression critique, et leurs volumes spécifiques, soit le volume du liquide, soit celui de la vapeur saturée, seront proportionnels à leurs volumes critiques. Ces déductions ont été maintenant soumises au contrôle de l'expérience. Il y a quelques années, le professeur Ramsay et l'auteur publièrent des données établissant la relation entre la température, la pression et le volume spécifique dans les alcools méthylique, éthylique et propylique, et l'acide acétique. Depuis lors des expériences ont été faites sur la benzine et ses dérivés halogènes, fluorés, chlorés, bromés et iodés, le tétrachlorure de carbone et le chlorure stannique, et dans quelques cas les observations ont été poussées jusqu'au point critique. Les volumes critiques étant dans bien des cas difficiles à déterminer avec quelque exactitude, l'auteur, au lieu d'exprimer les températures, pressions et volumes de chaque substance en fraction des valeurs critiques, trouve nécessaire de comparer les différentes substances avec une d'entre elles prise comme terme de comparaison. Il choisit le fluorbenzène (benzine fluorée) à cause des relations très simples observées entre les dérivés halogènes monosubstitués de la benzine, et aussi parce que ses trois constantes critiques ont été déterminées avec une grande précision. L'auteur donne des tables indiquant les points d'ébullition à des pressions correspondantes, les tensions de vapeur à des températures correspondantes, les volumes moléculaires du liquide et de la vapeur saturée à des pressions correspondantes, et les rapports qu'on en déduit par le calcul. Il en conclut : 1° que les généralisations de Van der Waals sont très exactes pour les benzines chlorée, bromée, iodée, comparées au fluorbenzène; 2° que, pour la benzine, le chlorure de carbone, le chlorure stannique et l'éther, les généralisations ne peuvent être considérées que comme grossièrement approximatives, et 3° que pour les trois alcools et l'acide acétique elles ne donnent rien de bon. Les tables montrent que les résultats les plus cohérents s'obtiennent quand on fait la comparaison à pressions correspondantes plutôt qu'à températures correspondantes, particulièrement dans le cas des volumes moléculaires des vapeurs saturées. La question des vapeurs saturées a donc été traitée par une autre méthode. Si les déductions de Van der Waals étaient strictement exactes, les rapports des densités réelles des vapeurs saturées de diverses substances à leurs densités théoriques seraient égaux à des pressions correspondantes. Ces rapports ont donc été calculés, et ils présentent un accord approché pour la benzine et les dérivés halogènes, le chlorure de carbone, le chlorure stannique et l'éther. L'accord est moins satisfaisant pour les autres substances. On trouve que le rapport de la densité critique réelle à la densité théorique est pour une substance quelconque voisin de 4,4. Les alcools différaient si visiblement des autres composés, on les a comparés entre eux au lieu de les comparer au fluorbenzène, et l'on a trouvé alors une concordance un peu meilleure, les écarts étant toutefois encore en dehors des limites des erreurs expérimentales. Des constantes critiques, le volume est la plus difficile à déterminer, parce qu'au point critique les courbes reliant la température et le volume ou la pression et le volume sont parallèles aux axes des volumes. L'auteur a dans quelques cas déduit cette quantité en portant sur une courbe en fonction des températures, les nombres représentant les rapports des volumes moléculaires du liquide et de la vapeur

saturée à ceux du fluorbenzène aux températures correspondantes et aussi aux pressions correspondantes. Il en résulte quatre courbes qui doivent se couper à la température critique, et le point d'intersection donne le rapport du volume moléculaire critique de la substance à celui du fluorbenzène. Cette méthode conduit à des résultats en parfait accord avec les déterminations directes. Dans la discussion qui suit, M. Ramsay dit que ces résultats prouvent que les généralisations de Van der Waals ne sont que grossièrement approximatives, et émet l'idée que certaines forces ont été négligées et qu'il manque un terme dans l'équation. Peut-être l'hypothèse de l'incompressibilité des molécules n'est-elle pas correcte? Il proteste contre les conséquences déduites de la loi de Van der Waals tacitement admise comme vraie, et qui sont si fréquentes dans les ouvrages allemands en particulier. M. Perry demande si les quantités a , b , α , ont été déterminées pour diverses substances et trouvées constantes. M. Ramsay dit que pour des substances dans des états analogues à ceux des gaz parfaits, les quantités sont approximativement constantes; mais quand on approche de l'état liquide, il est loin d'en être ainsi. D'après le professeur Tait, les deux états ne sont pas continus. M. Herschel remarque que le professeur Tait a établi sa loi en supposant que ce volume est quatre fois le volume occupé par les molécules, et cette loi a été pleinement vérifiée par les expériences sur les explosifs. M. Burton, se rapportant aux remarques de M. Ramsay sur la compressibilité des molécules, dit que la loi de la force attractive entre les molécules devrait être bien exactement connue avant qu'on pût en tirer des conclusions, et il remarque que, à volume constant, la pression serait proportionnelle à la température absolue si l'on consentait à regarder l'attraction comme une pression négative. M. Blabesley, parlant de forces moléculaires, dit qu'il a observé que quand on fait évaporer l'eau dans du verre, il se forme un sillon qui marque le niveau du liquide à l'origine. Selon toute apparence, les particules de verre sont attaquées en vertu de forces moléculaires agissant à la surface de séparation.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

Séance du 6 novembre 1894.

M. Schunck lit le discours d'inauguration de la première séance de l'année 1891-1892. Parlant d'abord du mouvement qui a lieu actuellement en Angleterre en faveur de l'éducation technique, et des sommes considérables qui ont été votées dernièrement par le Parlement pour subventionner des écoles, il déclare qu'à son avis il ne faut pas s'attendre à des résultats très marqués de ce nouveau mouvement dans le progrès des industries chimiques. Pour créer de nouvelles industries, il faut une connaissance approfondie de la science, ce que les écoles techniques ne peuvent pas prétendre donner. D'autre part, une fois les méthodes créées, l'ouvrier n'a qu'à travailler, sans s'inquiéter des réactions chimiques qui s'opèrent. M. Schunck envisage ensuite la question qui agite beaucoup les esprits, c'est-à-dire celle des impuretés atmosphériques. Il admet volontiers que les grandes villes sont insalubres, et que leur atmosphère contient des impuretés chimiques désagréables aux sens. Mais il n'est nullement démontré, selon lui, que les impuretés chimiques soient la cause de l'insalubrité. Il mentionne les travaux de l'*Air Analysis Committee* de Manchester, qui pourrait servir de base aux physiologistes pour déterminer si les impuretés, dans les proportions où elles se trouvent actuellement dans l'air, ont réellement une action nuisible sur l'économie animale. En attendant, il tient à prévenir le grand public qu'il est très peu politique, à l'heure présente où les grandes industries chimiques d'Angleterre souffrent déjà tant au point

de vne commercial, de faire surgir de nouvelles difficultés en demandant la suppression pure et simple de la fumée des cheminées. — M. Weber lit un premier mémoire sur les laques formées par l'union des matières colorantes basiques avec un acide. Il pense que l'acide tannique convient le mieux pour la production des laques de ce genre, mais on n'obtient de résultats satisfaisants qu'en présence de l'acétate de soude. Jusqu'ici on n'a pas suffisamment étudié la question de savoir combien d'acide tannique il faut ajouter à une quantité donnée de laque. La détermination se fait facilement en précipitant un poids connu de la matière colorante avec un excès d'acide tannique, et en dosant cet excès au moyen du permanganate de potasse acide en dissolution étendue. L'auteur a fait une série de déterminations de cette espèce; les résultats ont été réunis dans une table qui sera publiée avec son mémoire. Les matières colorantes basiques se combinent à une ou deux exceptions près (la chrysoidine, etc.) avec une quantité d'acide tannique dépassant celle nécessaire à saturer un groupement amidé, même pour les sels où un seul groupement est saturé par d'autres acides qui ont des propriétés colorantes. Si l'on opère avec un excès de la matière colorante, cet excès se précipite en grande partie avec la laque, par entraînement mécanique, et il y a de ce fait non seulement une perte, mais la couleur obtenue s'oxyde facilement et par suite est fugace. L'auteur préconise l'emploi de l'émétique dont la combinaison avec ces laques a pour effet d'augmenter le brillant et la fixité de celles-ci.

P. J. HARTOG.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE BERLIN

Séance du 23 octobre 1891

M. Rubens expose une méthode pour mesurer la dispersion dans la partie ultra rouge du spectre. Deux rayons parallèles traversent deux plaques en sel marin et sont concentrés avec leur différence de phase sur la fente d'un spectroscopie. On observe dans la partie visible du spectre des raies noires, dont la distance est donnée par la formule connue : $m\lambda = 2d \cos \alpha$ α étant l'angle d'incidence. Pour la partie ultra-rouge du spectre on remplace l'oculaire du spectroscopie par un bolomètre à l'aide duquel on cherche les raies froides. Connaissant par les observations antérieures la longueur d'onde en fonction de la distance des raies, on peut mesurer la dispersion des raies calorifiques. Les courbes que M. Rubens a dessinées ressemblent beaucoup à celles de M. Langely, mais il y a certaines différences sur lesquelles on reviendra plus tard.

Séance du 6 novembre 1891

M. Raps présente sa machine pneumatique-automatique à mercure. La bombe inférieure à mercure est fixée à un balancier et est balancée par un contrepoids mobile. On fait monter le mercure à l'aide de l'air comprimé dans un tambour au moyen de l'eau des conduits. Dès que le mercure est monté jusqu'à un certain point, le balancier tourne par l'effet du surcroît du contre-poids mobile et ferme le robinet du conduit d'eau. Le mercure s'écoule et fait le vide; la bombe inférieure s'étant remplie, elle abaisse le balancier; le robinet du conduit d'eau s'ouvre de nouveau et le jeu recommence. Ces machines fonctionnent avec une régularité et une vitesse extraordinaires. En un quart d'heure, M. Raps a fait le vide dans un tube de Geissler jus-

Fig. 1.

qu'au point auquel apparaît la fluorescence verte. — M. du Bois-Reymond présente quelques photographies de la rétine humaine, exécutées par M. Oswald Gerloff, donnant les détails de la structure et de l'expansion du nerf optique avec une netteté admirable. Les photographies sont faites dans une chambre obscure à l'aide de la lumière du magnésium. — M. Hundt présente un appareil construit par M. Zehnder pour séparer les rayons interférents. La partie essentielle de l'appareil consiste en un système de quatre petits miroirs (fig. 1). Le rayon 1 parcourt le chemin $O a^1 b^1$, tandis que le rayon 2 traverse le miroir a^1 et est réfléchi par a^2 vers b^2 . Les deux rayons ont la même même longueur d'onde. En plaçant $a^1 a^2$ et $b^1 b^2$ dans des milieux différents, les deux rayons acquièrent des différences de phases, donnant lieu à des raies d'interférence.

D^r HANS JAHN.

SOCIÉTÉ DE PHYSIOLOGIE DE BERLIN

Séance du 13 novembre

M. H. Munk, discutant avec MM. Exner et Möller à propos de l'action de la section du laryngé supérieur, sur le larynx chez le Cheval, a tout d'abord constaté que du tronc du vague, précisément à l'endroit où s'en sépare le laryngé supérieur, part un fin ramuscule nerveux qui va au muscle cricothyroïdien; quelquefois ce nerf part directement de la partie supérieure du laryngé. Au-dessous de ce point, la section du laryngé n'entraîne ni la paralysie des cordes vocales, ni l'atrophie des muscles du larynx. Les conclusions opposées de MM. Exner et Möller tiennent sans doute à une observation inexacte; les chevaux sur lesquels ils ont expérimenté ont probablement eu du « sifflement du larynx » affection du récurrent gauche. — M. Gad maintient l'exactitude des faits publiés par M. Möller, qui a travaillé sous sa direction, et engage une longue discussion sur les paralysies et les atrophies des muscles dont les nerfs sensitifs ont été coupés. — M. Martin Krüger a étudié la constitution chimique de l'adénine. Les auteurs ont montré que les corps de la série xanthique appartiennent au groupe de l'acide urique et que leur décomposition par l'acide chlorhydrique, donne aussi bien que la décomposition de l'acide urique, du glycolle à côté de l'acide carbonique et de l'ammoniaque. M. Krüger a décomposé de même l'adénine et l'hypoxanthine; il a obtenu en traitant ces corps à 130° par HCl de l'ammoniaque, de l'acide carbonique, de l'acide formique, et aussi du glycolle. De plus en traitant l'adénine bromée par le chlorate de potasse et l'acide chlorhydrique, il a obtenu entre autres produits de dédoublement, de l'alloxanthine et de l'urée. L'auteur doit instituer de nouvelles recherches pour savoir si ce dernier corps est un produit direct du dédoublement de l'adénine ou bien s'il provient de l'alloxanthine.

D^r W. SKLAREK.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 22 octobre 1891.

SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. von Georgievics : Sur l'action de l'acide carbonique et de l'oxyde de fer hydraté sur le phosphate tricalcique. En présence d'un excès d'eau, l'acide carbonique enlève d'abord au phosphate une partie de sa chaux en donnant du phosphate dicalcique et du carbonate; dans la suite de la réaction le phosphate tricalcique se dissout sans décomposition. Dans les mêmes conditions, en présence de l'acide carbonique, l'oxyde de fer hydraté enlève au phosphate tout ou partie de son acide phosphorique et le transforme en sel de basicité plus élevée, probablement en phosphate tétracalcique. De ses recherches résulte ce fait important au point de vue de la chimie agricole que, dans un sol contenant une quantité suffisante de fer hydraté et d'acide carbonique, tout l'acide phospho-

rique qu'on lui fournit sous forme de phosphate de chaux se retrouve finalement sous forme de phosphate de fer. — M. PUM : Sur l'action de l'acide iodhydrique sur la cinchonine. Le résultat essentiel de ce travail est que le produit de la réaction a pour formule, non pas : $C^{19}H^{23}I^2O$, comme l'ont prétendu MM. Lippmann et Fleissner, mais $C^{19}H^{24}I^2AO$; la cinchonine, sur laquelle on n'a encore pu fixer qu'une molécule d'acide chlorhydrique ou bromhydrique peut fixer deux molécules d'acide iodhydrique. Cette base, traitée par l'éthylate de sodium ou le nitrate d'argent abandonne les molécules qu'elle a fixées en donnant un mélange de cinchonine et peut-être d'isocinchonine, ou simplement de la cinchonine.

Séance du 5 novembre.

Le ministère de la guerre — section de la marine — exprime au bureau de l'Académie son assentiment au projet de donner à la profondeur découverte lors de l'expédition du vaisseau *Pola* cette année, et qui est jusqu'à ce jour la profondeur la plus grande que les sondages aient révélée dans la Méditerranée, le nom de profondeur *Pola*, et annonce que le service hydrographique du *Pola* a reçu des instructions pour publier les données relatives à cette profondeur, et de lui donner ce nom dans les « Annales hydrographiques. »

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Stolz, d'Innsbrück : « Les maxima et minima des fonctions de plusieurs variables. » C'est un complément au mémoire présenté sous le même titre à l'Académie le 16 mai 1890. — M. Weiss : « Sur le calcul de la trajectoire d'une comète quand on a égard aux termes d'ordre supérieur. »

2^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. E. Mach (de Prague) indique une modification au réfactomètre interférentiel de Jamin due à M. Ludwig Mach. Au lieu des 4 surfaces réfléchissantes des deux miroirs de Jamin, on emploie 4 lames planes à faces parallèles exactement égales qui peuvent être placées par paires sur deux chariots, sur lesquels elles sont réglables et mobiles au moyen de vis micrométriques. Ces chariots peuvent tourner autour d'axes qui passent par les extrémités d'un diamètre d'un grand anneau métallique et sont dirigés normalement au plan de cet anneau ; l'on peut régler leur parallélisme. Le plan de l'anneau peut à volonté être mis horizontal ou vertical. Cette disposition a l'avantage d'augmenter le champ qui est trop restreint dans l'appareil de Jamin. — M. Liznar : « Une méthode de représentation graphique des variations de direction de la force magnétique terrestre. » D'ordinaire on représente séparément les variations de la déclinaison et celles de l'inclinaison ce qui ne donne pas à simple vue une idée claire de la variation de la direction. M. Liznar considère le cône engendré par la direction de l'aiguille aimantée durant une période, période diurne, période annuelle etc., et mène le plan normal à la direction moyenne ; le cône est coupé par ce plan suivant une courbe qui est facile à construire quand on connaît les variations de la déclinaison et de l'inclinaison, si ces variations sont petites. L'aspect de la courbe donne une idée claire de la variation de direction.

3^{re} SCIENCES NATURELLES. — M. Alfred Nalepa envoie la suite de ses communications sur « de nouveaux acarides ».

Emil WEYR,
membre de l'Académie.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE SAINT-PÉTERSBOURG

Séance du 21 octobre 1891

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Backlund présente le commencement de son mémoire sur la comète d'Encke, intitulé : Calculs et recherches sur la comète d'Encke. Première livraison de la première partie : Tables pour le calcul de l'anomalie excentrique et du logarithme du rayon vecteur. Depuis plus de 70 ans, plusieurs astronomes qui se sont occupés des comètes ont

formulé des vœux que des calculs de l'anomalie excentrique d'après l'anomalie moyenne fussent faits, mais tous reculaient devant l'immensité du travail à exécuter. Grâce aux efforts réunis de M. Backlund et de ses collaborateurs, ce travail est aujourd'hui accompli. Les tableaux présentés à l'Académie donnent l'anomalie excentrique pour chaque minute de l'anomalie moyenne, et le logarithme du rayon vecteur pour chaque minute de l'anomalie excentrique. L'étendue des tableaux correspond aux variations dans l'excentricité produite par les perturbations. Ces variations peuvent aller jusqu'à 36 minutes.

2^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. Wild présente, pour la publication dans le *Repertorium für Meteorologie*, une note de M. A. Glassek sur la Température du sol à Pétersbourg. Depuis 1873, à l'Observatoire physique de Saint-Petersbourg, on fait des observations sur la température du sol à différentes profondeurs. Ces observations, publiées dans les « Annales » de l'Observatoire, n'ont été synthétisées que pour les cinq premières années par M. Wild, qui les a comparées avec des observations analogues faites à Nougous (Turkestan russe). Le travail de M. Wild a été publié en son temps dans le « Repertorium ». Aujourd'hui que l'on connaît, d'après les travaux de M. Leist, sur la température du sol de l'Observatoire de Pavlovsk (près Pétersbourg), les éléments nécessaires à la réduction de la température observée à la température moyenne réelle de la journée, il a paru urgent de donner une conclusion générale sur les observations qui embrassent une période de 17 années consécutives. M. Glassek a entrepris cette tâche laborieuse et la menée à bonne fin dans un très court espace de temps. Après avoir ramené à un système uniforme toutes les observations qui ont varié par suite de modifications et d'améliorations successives dans le mode opératoire, l'auteur a pu calculer non seulement les moyennes réelles, mais encore les variations des moyennes mensuelles et annuelles à différentes profondeurs, ce qui paraît avoir été fait pour la première fois en général. Il ressort de cette dernière partie de ses recherches, que la variation, par exemple, de la température annuelle moyenne à la surface du sol est presque égale à celle de la température moyenne de l'air, tandis qu'à une profondeur de 3^m20, cette variation est deux fois moindre. De même, la variation des températures moyennes mensuelles à la surface est seulement légèrement inférieure à celle de l'air, tandis qu'à la profondeur de 3^m20, elle est quatre à cinq fois moindre. En outre, la variation, à cette profondeur, est à son minimum pendant les mois d'hiver et à son maximum pendant les mois d'été, tandis qu'à la surface du sol et dans l'air, le maximum de la variation s'observe, comme on le sait, en hiver, et le minimum en été. Cette anomalie apparente est cependant très compréhensible si l'on considère que, à la profondeur de 3^m20, on observe un déplacement presque semestriel de la marche ordinaire annuelle de la température de l'air, car à cette profondeur, la température atteint son maximum en hiver, et son minimum en été. Si les variations de température du sol étaient en rapports directs et simples avec celles de l'air, les problèmes de la climatologie auraient fait un grand pas en avant. Malheureusement, il n'en est pas ainsi. Prenons comme exemple la comparaison des observations faites à Pavlovsk et à Saint-Petersbourg. A Pavlovsk, la moyenne annuelle de la température à la surface du sol étant de 1^{re}3, celle que l'on observe à la profondeur de 3^m20 est supérieure de 2 degrés à cette dernière ; à Saint-Petersbourg, au contraire, la température moyenne de la surface étant de 0^{re}9 (un peu inférieure à celle de Pavlovsk), celle de la profondeur de 3^m20 est de 3^{re}1, c'est-à-dire de 1^{re}8 supérieure à celle de Pavlovsk. Un des faits intéressants qui découlent des recherches de l'auteur, c'est le retard dans l'élévation de la température que l'on observe pendant les mois d'avril et de mai, retard dû aux effets du dégel. M. Glassek a eu également occasion de déterminer la profondeur à

laquelle on ne conçoit plus aucun changement de température, ou des changements très minimes (jusqu'à 0°19). Cette profondeur est de 11^m50. Enfin, M. Glassek déduit des comparaisons et chiffres qu'il a obtenus cette conclusion importante, que la température moyenne du sol à Pétersbourg ne varie pas suivant la nature de sa surface : elle reste la même quand la surface est couverte été et hiver de sable, aussi bien que quand la surface est couverte de gazon en été, de neige en hiver.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. le comte Delianoff, ministre de l'instruction publique, annonce à l'Académie qu'il va présenter prochainement au Conseil d'Etat, avec avis favorable, le projet de l'organisation d'un Comité ornithologique russe, élaboré par l'Académie. — M. Karpinski lit une note sur les affleurements des couches du cambrien et du silurien infé-

rieur trouvés par lui dans le gouvernement (province, de Minsk). Ce pays est un des moins connus en Europe, au point de vue géologique. On supposait jusqu'à présent que son sol se composait, en dessous des couches superficielles, des terrains appartenant au crétacé et au tertiaire; la découverte tout à fait inattendue des couches paléozoïques les plus anciennes qu'on vient d'y faire, jette un jour nouveau sur la structure géologique d'une bonne partie de la Russie. — MM. Schrenck et Strauch présentent une note de M. Semenov, intitulée : *Revisio Hymenopterorum Musei Zoologici Academicæ Casaræ Scientiarum Petropolitane*, 1, Genus *Cleptes* Loir. C'est un catalogue raisonné de 10 espèces du genre *Cleptes*, avec des indications détaillées sur leur provenance; quatre de ces espèces sont décrites comme nouvelles.

O. BACKLUND,
membre de l'Académie.

CORRESPONDANCE

SUR LE MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE

La lettre suivante soulève une question d'autant plus utile à examiner que jusqu'à présent la presse, politique ou scientifique, semble l'avoir volontairement dédaignée. Il y a quelque mérite à la traiter, par cela même qu'elle paraît un peu délicate et secondaire dans l'ordre des préoccupations scientifiques. La première raison commande et la seconde ne dispense pas de s'en occuper. En réalité ce sont des intérêts importants, — ceux de la bonne organisation matérielle de la science, — qui sont en cause. Il suffit, croyons-nous, d'attirer sur eux l'intelligente attention du Conseil municipal de Paris pour leur gagner sa bienveillance. L. O.

Paris, le 25 novembre 1891.

Mon cher ami,

Dans ces derniers temps on a beaucoup parlé du Muséum et des projets de réorganisation de cet Etablissement : on a dit que son état matériel était peu prospère, que ses finances laissaient fort à désirer. Les causes générales de cet état sont bien simples; sans vouloir les discuter ici, je désirerais seulement faire remarquer qu'elles tiennent surtout à l'insuffisance notoire des crédits qui sont restés les mêmes depuis vingt-cinq ans, alors que le personnel et les bâtiments ont plus que doublé. Permettez-moi, de plus, d'attirer l'attention des lecteurs de votre excellente *Revue* sur des causes de détail : les petites causes ont quelquefois de grands effets.

Il y a, par exemple, au Muséum la question du gaz. Notre établissement national paie le gaz comme le public, soit 0 fr. 30 le mètre cube, alors que la Ville ou les établissements qui en dépendent ne le paient que 0 fr. 15.

Nos édiles ignorent sans doute ce fait, car je ne doute pas un instant que le Conseil municipal, ami des sciences et du progrès, ne désapprouve hautement cet abus, aisément réparable, du reste, puisque le Conseil pourra, comme il le voudra, au renouvellement du privilège de la Compagnie du gaz, lui imposer la charge de fournir le gaz au même prix aux Etablissements de l'Etat qu'à la Ville. Dans tous les cas, on peut être sûr que la Compagnie ne sera pas en perte. Pour certains laboratoires du Muséum, — on me permettra de citer le mien, — la consommation du gaz équivaut au quart du budget annuel. Il y aurait donc là une économie qui serait loin d'être négligeable.

La Ville elle-même traite durement le Muséum, qui paie une taxe de pavage annuelle de 4,900 francs probablement pour l'entretien des rues qui le bordent.

L'eau de source n'est pas non plus délivrée gratuitement. Le Muséum doit s'en interdire l'usage, les taxes à payer à la Ville étant hors de proportion avec ses ressources.

Cependant ces eaux de source auraient de grands avantages pour nos laboratoires; elles possèdent à leur arrivée une pression considérable, susceptible d'être utilisée de mille manières. On pourrait encore, à la rigueur, comprendre la parcimonie avec laquelle les ingénieurs de la Ville distribuent l'eau de source; mais ce qui ne peut s'expliquer, c'est la prétention qu'ils ont d'arrêter complètement l'écoulement des eaux pendant les gelées. Ainsi, l'hiver dernier, il a gelé près de quarante jours, pendant lesquels, d'après cette théorie singulière, il aurait fallu arrêter tous les travaux, toutes les recherches dans les laboratoires du Muséum, car comment travailler sans eau?

Cette ordonnance vexatoire n'est pas toujours observée; aussi le Muséum est-il frappé d'amendes, que quelquefois on parvient à faire retirer à force de démarches.

Ce qu'il y a à noter de particulièrement injuste dans cette affaire, c'est que l'écoulement de l'eau devient nuisible par la faute seule de la Ville, qui, jusqu'ici, a négligé de faire des égouts dans la rue Cuvier, qui borde le Muséum d'un côté : l'eau s'écoulant à ciel ouvert se congèle par le froid et menace alors de gêner un peu la circulation.

Dans le même ordre d'idées, les alcools *dénaturés* que nous employons en assez grande quantité sont frappés du droit d'entrée ordinaire. C'est encore un moyen de diminuer nos crédits déjà si maigres et d'encourager la science à rebours.

Je pourrais continuer à citer d'autres exemples.

Je suis persuadé que les Pouvoirs publics et le Conseil municipal ignorent cet état de choses; sans cela ils y mettraient bon ordre; ils n'admettraient pas, j'en suis sûr, la distinction mesquine, toujours mise en avant par les employés plus ou moins supérieurs de la Ville : les Etablissements de l'Etat ne sont pas ceux de la Ville!

Au-dessus des abstractions Etat et Ville il y a, ce me semble, l'intérêt de la France, l'intérêt général, l'intérêt du travail scientifique.

Veuillez agréer...

A. ARNAUD,
Professeur au Muséum.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LES GÉOMÉTRIES NON EUCLIDIENNES

Toute conclusion suppose des prémisses ; ces prémisses elles-mêmes ou bien sont évidentes par elles-mêmes et n'ont pas besoin de démonstration, ou bien ne peuvent être établies qu'en s'appuyant sur d'autres propositions, et comme on ne saurait remonter ainsi à l'infini, toute science déductive, et en particulier la géométrie, doit reposer sur un certain nombre d'axiomes indémontrables. Tous les traités de géométrie débutent donc par l'énoncé de ces axiomes. Mais il y a entre eux une distinction à faire : quelques-uns, comme celui-ci par exemple : « deux quantités égales à une même troisième sont égales entre elles », ne sont pas des propositions de géométrie, mais des propositions d'Analyse. Je les regarde comme des jugements analytiques *a priori*, je ne m'en occuperai pas.

Mais je dois insister sur d'autres axiomes qui sont spéciaux à la géométrie. La plupart des traités en énoncent trois explicitement :

- 1^o Par deux points ne peut passer qu'une droite ;
- 2^o La ligne droite est le plus court chemin d'un point à un autre ;
- 3^o Par un point on ne peut faire passer qu'une parallèle à une droite donnée.

Bien que l'on se dispense généralement de démontrer le second de ces axiomes, il serait possible de le déduire des deux autres et de ceux, beaucoup plus nombreux, que l'on admet implicitement sans les énoncer, ainsi que je l'expliquerai plus loin.

On a longtemps cherché en vain à démontrer également le troisième axiome, connu sous le nom de *postulatum d'Euclide*. Ce qu'on a dépensé d'efforts dans cet espoir chimérique est vraiment ini-

maginable. Enfin au commencement du siècle et à peu près en même temps, deux savants, un Russe et un Hongrois, Lowatschewski et Bolyai établirent d'une façon irréfutable que cette démonstration est impossible ; ils nous ont à peu près débarrassés des inventeurs de géométries sans *postulatum* ; depuis lors l'Académie des Sciences ne reçoit plus guère qu'une ou deux démonstrations nouvelles par an.

La question n'était pas épuisée ; elle ne tarda pas à faire un grand pas par la publication du célèbre mémoire de Riemann intitulé : *Ueber die Hypothesen welche der Geometrie zum Grunde liegen*. Cet opuscule a inspiré la plupart des travaux récents dont je parlerai plus loin et parmi lesquels il convient de citer ceux de Beltrami et de von Helmholtz.

La Géométrie de Lowatschewski. — S'il était possible de déduire le *postulatum* d'Euclide des autres axiomes, il arriverait évidemment qu'en niant le *postulatum*, et en admettant les autres axiomes, on serait conduit à des conséquences contradictoires ; il serait donc impossible d'appuyer sur de telles prémisses une géométrie cohérente.

Or c'est précisément ce qu'a fait Lowatschewski. Il suppose au début que :

L'on peut par un point mener plusieurs parallèles à une droite donnée ;

Et il conserve d'ailleurs tous les autres axiomes d'Euclide. De ces hypothèses, il déduit une suite de théorèmes entre lesquels il est impossible de relever aucune contradiction et il construit une géométrie dont l'impeccable logique ne le cède en rien à celle de la géométrie euclidienne.

Les théorèmes sont, bien entendu, très différents

de ceux auxquels nous sommes accoutumés et ils ne laissent pas de déconcerter un peu d'abord.

Ainsi la somme des angles d'un triangle est toujours plus petite que deux droits et la différence entre cette somme et deux droits est proportionnelle à la surface du triangle.

Il est impossible de construire une figure semblable à une figure donnée mais de dimensions différentes.

Si l'on divise une circonférence en n parties égales, et qu'on mène des tangentes aux points de division, ces n tangentes formeront un polygone si le rayon de la circonférence est assez petit; mais si ce rayon est assez grand, elles ne se rencontreront pas.

Il est inutile de multiplier ces exemples; les propositions de Lowatchewski n'ont plus aucun rapport avec celles d'Euclide, mais elles ne sont pas moins logiquement reliées les unes aux autres.

La Géométrie de Riemann. — Imaginons un monde uniquement peuplé d'êtres dénués d'épaisseur; et supposons que ces animaux « infiniments plats » soient tous dans un même plan et n'en puissent sortir. Admettons de plus que ce monde soit assez éloigné des autres pour être soustrait à leur influence. Pendant que nous sommes en train de faire des hypothèses, il ne nous en coûte pas plus de douer ces êtres de raisonnement et de les croire capables de faire de la géométrie. Dans ce cas, ils n'attribueront certainement à l'espace que deux dimensions.

Mais supposons maintenant que ces animaux imaginaires, tout en restant dénués d'épaisseur, aient la forme d'une figure sphérique, et non d'une figure plane et soient tous sur une même sphère sans pouvoir s'en écarter. Quelle géométrie pourront-ils construire? Il est clair d'abord qu'ils n'attribueront à l'espace que deux dimensions; ce qui jouera pour eux le rôle de la ligne droite, ce sera le plus court chemin d'un point à un autre sur la sphère, c'est-à-dire un arc de grand cercle; en un mot leur géométrie sera la géométrie sphérique.

Ce qu'ils appelleront l'espace, ce sera cette sphère d'où ils ne peuvent sortir et sur laquelle se passent tous les phénomènes dont ils peuvent avoir connaissance. Leur espace sera donc *sans limites* puisqu'on peut sur une sphère aller toujours devant soi sans jamais être arrêté, et cependant il sera *fini*; on n'en trouvera jamais le bout, mais on pourra en faire le tour.

Eh bien, la géométrie de Riemann, c'est la géométrie sphérique étendue à trois dimensions. Pour la construire, le mathématicien allemand a dû jeter par-dessus bord, non seulement le postulatum d'Euclide, mais encore le premier axiome : *Par deux points on ne peut faire passer qu'une droite.*

Sur une sphère, par deux points donnés on ne

peut faire en général passer qu'un grand cercle (qui, comme nous venons de le voir, jouerait le rôle de la droite pour nos êtres imaginaires); mais il y a une exception : si les deux points donnés sont diamétralement opposés, on pourra faire passer par ces deux points une infinité de grands cercles.

De même dans la géométrie de Riemann, par deux points ne passera en général qu'une seule droite; mais il y a des cas exceptionnels où par deux points pourront passer une infinité de droites.

Il y a une sorte d'opposition entre la géométrie de Riemann et celle de Lowatchewski.

Ainsi la somme des angles d'un triangle est : Égale à deux droits dans la géométrie d'Euclide.

Plus petite que deux droits dans celle de Lowatchewski.

Plus grande que deux droits dans celle de Riemann.

Le nombre des parallèles qu'on peut mener à une droite donnée par un point donné est égal :

A un dans la géométrie d'Euclide,

A zéro dans celle de Riemann,

A l'infini dans celle de Lowatchewski.

Ajoutons que l'espace de Riemann est fini; quoique sans limite, au sens donné plus haut à ces deux mots.

Les surfaces à courbures constantes. — Une objection restait possible cependant. Les théorèmes de Lowatchewski et de Riemann ne présentent aucune contradiction; mais quelque nombreuses que soient les conséquences que ces deux géomètres ont tirées de leurs hypothèses, ils ont dû s'arrêter avant de les avoir toutes épuisées, car le nombre en serait infini; qui nous dit alors que s'ils avaient poussé plus loin leurs déductions, ils n'auraient pas fini par arriver à quelque contradiction?

Cette difficulté n'existe pas pour la géométrie de Riemann, pourvu qu'on se borne à deux dimensions; la géométrie de Riemann à deux dimensions ne diffère pas en effet, nous l'avons vu, de la géométrie sphérique, qui n'est qu'une branche de la géométrie ordinaire et qui est par conséquent en dehors de toute discussion.

M. Beltrami, en ramenant de même la géométrie de Lowatchewski à deux dimensions à ne plus être qu'une branche de la géométrie ordinaire, a réfuté également l'objection en ce qui la concerne.

Voici comment il y est parvenu. Considérons sur une surface une figure quelconque. Imaginons que cette figure soit tracée sur une toile flexible et inextensible appliquée sur cette surface, de telle façon que quand la toile se déplace et se déforme,

les diverses lignes de cette figure puissent changer de forme, sans changer de longueur. En général, cette figure flexible et inextensible ne pourra se déplacer sans quitter la surface; mais il y a certaines surfaces particulières pour lesquelles un pareil mouvement serait possible : ce sont les surfaces à courbure constante.

Si nous reprenons la comparaison que nous faisons plus haut et que nous imaginions des êtres sans épaisseur vivant sur une de ces surfaces, ils regarderont comme possible le mouvement d'une figure dont toutes les lignes conservent une longueur constante. Un pareil mouvement paraîtrait absurde, au contraire, à des animaux sans épaisseur vivant sur une surface à courbure variable.

Ces surfaces à courbure constante sont de deux sortes :

Les unes sont à *courbure positive*, et peuvent être déformées de façon à être appliquées sur une sphère. La géométrie de ces surfaces se réduit donc à la géométrie sphérique, qui est celle de Riemann.

Les autres sont à *courbure négative*. M. Beltrami a fait voir que la géométrie de ces surfaces n'est autre que celle de Lowatchewski. Les géométries à deux dimensions de Riemann et de Lowatchewski se trouvent donc rattachées à la géométrie euclidienne.

Interprétation des géométries non-euclidiennes. — Ainsi s'évanouit l'objection en ce qui concerne les géométries à deux dimensions.

Il serait aisé d'étendre le raisonnement de M. Beltrami aux géométries à trois dimensions. Les esprits que ne rebute pas l'espace à quatre dimensions n'y verront aucune difficulté, mais ils sont peu nombreux. Je préfère donc procéder autrement.

Considérons un certain plan que j'appellerai fondamental et construisons une sorte de dictionnaire, en faisant correspondre chacun à chacun une double suite de termes écrits dans deux colonnes, de la même façon que se correspondent dans les dictionnaires ordinaires les mots de deux langues dont la signification est la même :

Espace	Portion de l'espace située au-dessus du plan fondamental.
Plan	Sphère coupant orthogonalement le plan fondamental.
Droite	Cercle coupant orthogonalement le plan fondamental.
Sphère	Sphère.
Cercle	Cercle.
Angle	Angle.
Distance de deux points	Logarithme du rapport anharmonique de ces deux points et des intersections du plan fondamental avec un cercle passant par ces deux points et le coupant orthogonalement.
etc...	etc...

Prenons ensuite les théorèmes de Lowatchewski

et traduisons-les à l'aide de ce dictionnaire comme nous traduirions un texte allemand à l'aide d'un dictionnaire allemand-français. *Nous obtiendrons ainsi des théorèmes de la géométrie ordinaire.*

Par exemple, ce théorème de Lowatchewski : « la somme des angles d'un triangle est plus petite que deux droits » se traduit ainsi : « Si un triangle curviligne a pour côtés des arcs de cercle qui prolongés ieraient couper orthogonalement le plan fondamental, la somme des angles de ce triangle curviligne sera plus petite que deux droits. » Ainsi, quelque loin que l'on pousse les conséquences des hypothèses de Lowatchewski, on ne sera jamais conduit à une contradiction. En effet, si deux théorèmes de Lowatchewski étaient contradictoires, il en serait de même des traductions de ces deux théorèmes, faites à l'aide de notre dictionnaire. mais ces traductions sont des théorèmes de géométrie ordinaire et personne ne doute que la géométrie ordinaire ne soit exempte de contradiction. D'où nous vient cette certitude et est-elle justifiée? C'est là une question que je ne saurais traiter ici, mais qui est bien intéressante et que je ne crois pas insoluble. Il ne reste donc plus rien de l'objection que j'ai formulée plus haut.

Ce n'est pas tout. La géométrie de Lowatchewski, susceptible d'une interprétation concrète, cesse d'être un vain exercice de logique et peut recevoir des applications; je n'ai pas le temps de parler ici de ces applications ni du parti que M. Klein et moi en avons tiré pour l'intégration des équations linéaires.

Cette interprétation n'est d'ailleurs pas unique, et l'on pourrait établir plusieurs dictionnaires analogues à celui qui précède et qui tous permettraient par une simple « traduction » de transformer les théorèmes de Lowatchewski en théorèmes de géométrie ordinaire.

Les axiomes implicites. — Les axiomes explicitement énoncés dans les traités sont-ils les seuls fondements de la géométrie? On peut être assuré du contraire en voyant qu'après les avoir successivement abandonnés on laisse encore debout quelques propositions communes aux théories d'Euclide, de Lowatchewski et de Riemann. Ces propositions doivent reposer sur quelques prémisses que les géomètres admettent sans les énoncer. Il est intéressant de chercher à les dégager des démonstrations classiques.

Stuart-Mill a prétendu que toute définition contient un axiome, puisqu'en définissant on affirme implicitement l'existence de l'objet défini. C'est aller beaucoup trop loin; il est rare qu'en mathématiques on donne une définition sans la faire suivre par la démonstration de l'existence de l'objet défini, et quand on s'en dispense, c'est générale-

ment que le lecteur y peut aisément suppléer. Il ne faut pas oublier que le mot existence n'a pas le même sens quand il s'agit d'un être mathématique et quand il est question d'un objet matériel. Un être mathématique existe, pourvu que sa définition n'implique pas contradiction, soit en elle-même, soit avec les propositions antérieurement admises.

Mais si l'observation de Stuart-Mill ne saurait s'appliquer à toutes les définitions, elle n'en est pas moins juste pour quelques-unes d'entre elles. On définit quelquefois le plan de la manière suivante :

Le plan est une surface telle que la droite qui joint deux quelconques de ses points est tout entière sur cette surface.

Cette définition cache manifestement un nouvel axiome ; on pourrait, il est vrai, la changer, et cela vaudrait mieux, mais alors il faudrait énoncer l'axiome explicitement.

D'autres définitions peuvent donner lieu à des réflexions non moins importantes.

Telle est par exemple celle de l'égalité de deux figures : deux figures sont égales quand on peut les superposer ; pour les superposer il faut déplacer l'une d'elles jusqu'à ce qu'elle coïncide avec l'autre ; mais comment faut-il la déplacer ? Si nous le demandions, on nous répondrait sans doute qu'on doit le faire sans la déformer et à la façon d'un solide invariable. Le cercle vicieux serait alors évident.

En fait, cette définition ne définit rien : elle n'aurait aucun sens pour un être qui habiterait un monde où il n'y aurait que des fluides. Si elle nous semble claire, c'est que nous sommes habitués aux propriétés des solides naturels qui ne diffèrent pas beaucoup de celles des solides idéaux dont toutes les dimensions sont invariables.

Cependant, toute imparfaite qu'elle soit, cette définition implique un axiome.

La possibilité du mouvement d'une figure invariable n'est pas une vérité évidente par elle-même ; ou du moins elle ne l'est qu'à la façon du postulat d'Euclide et non comme le serait un jugement analytique *a priori*.

D'ailleurs en étudiant les définitions et les démonstrations de la géométrie on voit qu'on est obligé d'admettre, sans les démontrer, non seulement la possibilité de ce mouvement, mais encore quelques-unes de ses propriétés.

C'est ce qui ressort d'abord de la définition de la ligne droite. On en a donné beaucoup de défectueuses, mais la véritable est celle qui est sous-entendue dans toutes les démonstrations où la ligne droite intervient :

« Il peut arriver que le mouvement d'une figure invariable soit tel que tous les points d'une ligne

appartenant à cette figure restent immobiles pendant que tous les points situés en dehors de cette ligne se meuvent. Une pareille ligne s'appellera une ligne droite. » Nous avons à dessein, dans cet énoncé, séparé la définition de l'axiome qu'elle implique.

Beaucoup de démonstrations, telles que celles des cas d'égalité des triangles, de la possibilité d'abaisser une perpendiculaire d'un point sur une droite, supposent des propositions qu'on se dispense d'énoncer, puisqu'elles obligent à admettre qu'il est possible de transporter une figure dans l'espace d'une certaine manière.

La quatrième géométrie. — Parmi ces axiomes implicites, il en est un qui me semble mériter quelque attention, non seulement parce qu'il a donné lieu à une discussion récente¹, mais parce qu'en l'abandonnant, on peut construire une quatrième géométrie aussi cohérente que celles d'Euclide, de Lowatchewski et de Riemann.

Pour démontrer que l'on peut toujours élever en un point A une perpendiculaire à une droite AB, on considère une droite AC mobile autour du point A et primitivement confondue avec la droite fixe AB ; et on la fait tourner autour du point A jusqu'à ce qu'elle vienne dans le prolongement de AB.

On suppose ainsi deux propositions : d'abord qu'une pareille rotation est possible, et ensuite qu'elle peut se continuer jusqu'à ce que les deux droites viennent dans le prolongement l'une de l'autre.

Si l'on admet le premier point et que l'on rejette le second, on est conduit à une suite de théorèmes encore plus étranges que ceux de Lowatchewski et de Riemann, mais également exempts de contradiction.

Je ne citerai qu'un de ces théorèmes et je ne choisirai pas le plus singulier : *une droite réelle peut être perpendiculaire à elle-même.*

Le Théorème de Lie. — Le nombre des axiomes implicitement introduits dans les démonstrations classiques est plus grand qu'il ne serait nécessaire, et il serait intéressant de le réduire au minimum. On peut se demander d'abord si cette réduction est possible, si le nombre des axiomes nécessaires et celui des géométries imaginables n'est pas infini.

Un théorème de M. Sophus Lie domine toute cette discussion. On peut l'énoncer ainsi :

Supposons qu'on admette les prémisses suivantes :

¹ Voir MM. Renouvier, Léchalas, Calinon. *Revue Philosophique*, juin, 1889. *Critique Philosophique*, 30 septembre et 30 novembre 1889 ; *Revue Philosophique*, 1890, page 158 ; voir en particulier la discussion sur le « postulat de perpendicularité ».

1° L'espace a n dimensions.

2° Le mouvement d'une figure invariable est possible.

3° Il faut p conditions pour déterminer la position de cette figure dans l'espace.

Le nombre des géométries compatibles avec ces prémisses sera limité.

Je puis même ajouter que si n est donné, on peut assigner à p une limite supérieure.

Si donc on admet la possibilité du mouvement, on ne pourra inventer qu'un nombre fini (et même assez restreint) de géométries à trois dimensions.

Les géométries de Riemann. — Cependant ce résultat semble contredit par Riemann, car ce savant construit une infinité de géométries différentes, et celle à laquelle on donne ordinairement son nom n'en est qu'un cas particulier.

Tout dépend, dit-il, de la façon dont on définit la longueur d'une courbe. Or il y a une infinité de manières de définir cette longueur, et chacune d'elles peut devenir le point de départ d'une nouvelle géométrie.

Cela est parfaitement exact; mais la plupart de ces définitions sont incompatibles avec le mouvement d'une figure invariable, que l'on suppose possible dans le théorème de Lie. Ces géométries de Riemann, si intéressantes à divers titres, ne pourraient donc jamais être que purement analytiques et ne se prêteraient pas à des démonstrations analogues à celles d'Euclide.

De la nature des axiomes. — La plupart des mathématiciens ne regardent la géométrie de Lowatchewski que comme une simple curiosité logique; quelques-uns d'entre eux sont allés plus loin cependant. Puisque plusieurs géométries sont possibles, est-il certain que ce soit la nôtre qui soit vraie? L'expérience nous apprend sans doute que la somme des angles d'un triangle est égale à deux droits; mais c'est parce que nous n'opérons que sur des triangles trop petits; la différence, d'après Lowatchewski, est proportionnelle à la surface du triangle: ne pourra-t-elle devenir sensible quand nous opérerons sur des triangles plus grands ou quand nos mesures deviendront plus précises? La géométrie Euclidienne ne serait ainsi qu'une géométrie provisoire.

Pour discuter cette opinion, nous devons d'abord nous demander quelle est la nature des axiomes géométriques.

Sont-ce des jugements synthétiques a priori, comme dirait Kant?

Ils s'imposeraient alors à nous avec une telle force, que nous ne pourrions concevoir la proposition contraire, ni bâtir sur elle un édifice théorique. Il n'y aurait pas de géométrie non euclidienne.

Pour s'en convaincre, qu'on prenne un véritable jugement synthétique a priori, par exemple celui-ci :

Si l'on a une suite infinie de nombres entiers positifs, tous différents entre eux, il y en aura toujours un qui sera plus petit que tous les autres.

On cet autre qui est équivalent :

Si un théorème est vrai pour le nombre 1, si on a démontré qu'il est vrai de $n+1$, pourvu qu'il le soit de n , il sera vrai de tous les nombres entiers positifs.

Qu'on essaie ensuite de s'y soustraire et de fonder, en niant ces propositions, une fausse arithmétique analogue à la géométrie non euclidienne, — on n'y pourra pas parvenir; on serait même tenté au premier abord de regarder ces jugements comme analytiques.

D'ailleurs, reprenons notre fiction des animaux sans épaisseur; nous ne pouvons guère admettre que ces êtres, s'ils ont l'esprit fait comme nous, adopteraient la géométrie euclidienne qui serait contredite par toute leur expérience?

Devons-nous donc conclure que les axiomes de la géométrie sont des vérités expérimentales? Mais on n'expérimente pas sur des droites ou des circonférences idéales; on ne peut le faire que sur des objets matériels. Sur quoi porteraient donc les expériences qui serviraient de fondement à la géométrie? La réponse est facile.

Nous avons vu plus haut que l'on raisonne constamment comme si les figures géométriques se comportaient à la manière des solides. Ce que la géométrie emprunterait à l'expérience, ce seraient donc les propriétés de ces corps.

Mais une difficulté subsiste, et elle est insurmontable. Si la géométrie était une science expérimentale, elle ne serait pas une science exacte, elle serait soumise à une continuelle révision. Que dis-je? elle serait dès aujourd'hui convaincue d'erreur puisque nous savons qu'il n'existe pas de solide rigoureusement invariable.

Les axiomes géométriques ne sont donc ni des jugements synthétiques a priori ni des faits expérimentaux.

Ce sont des conventions; notre choix, parmi toutes les conventions possibles, est guidé par des faits expérimentaux; mais il reste libre et n'est limité que par la nécessité d'éviter toute contradiction. C'est ainsi que les postulats peuvent rester rigoureusement vrais quand même les lois expérimentales qui ont déterminé leur adoption ne sont qu'approximatives.

En d'autres termes, *les axiomes de la géométrie (je ne parle pas de ceux de l'arithmétique) ne sont que des définitions déguisées.*

Dès lors, que doit-on penser de cette question : La géométrie euclidienne est-elle vraie?

Elle n'a aucun sens.

Autant demander si le système métrique est vrai et les anciennes mesures fausses; si les coordonnées cartésiennes sont vraies et les coordonnées polaires fausses. Une géométrie ne peut pas être plus vraie qu'une autre; elle peut seulement être plus commode.

Or la géométrie euclidienne est et restera la plus commode :

1° Parce qu'elle est la plus simple; et elle n'est pas telle seulement par suite de nos habitudes d'esprit ou de je ne sais quelle intuition directe que nous aurions de l'espace euclidien; elle est la plus simple en soi de même qu'un polynôme du premier degré est plus simple qu'un polynôme du second degré.

2° Parce qu'elle s'accorde assez bien avec les propriétés des solides naturels, ces corps dont se rapprochent nos membres et notre œil et avec lesquels nous faisons nos instruments de mesure.

La géométrie et l'astronomie. — On a également posé la question d'une autre manière. Si la géométrie de Lowatchewski est vraie, la parallaxe d'une étoile très éloignée sera finie; si celle de Riemann est vraie, elle sera négative. Ce sont là des résultats qui semblent accessibles à l'expérience et on a espéré que les observations astronomiques pourraient permettre de décider entre les trois géométries.

Mais ce qu'on appelle ligne droite en astronomie, c'est simplement la trajectoire du rayon lumineux. Si donc, par impossible, on venait à découvrir des parallaxes négatives, ou à démontrer que toutes les parallaxes sont supérieures à une certaine limite, on aurait le choix entre deux conclusions : nous pourrions renoncer à la géométrie euclidienne ou bien modifier les lois de l'optique et admettre que

la lumière ne se propage pas rigoureusement en ligne droite.

Inutile d'ajouter que tout le monde regarderait cette solution comme plus avantageuse.

La géométrie euclidienne n'a donc rien à craindre d'expériences nouvelles.

Qu'on me passe, en terminant, un petit paradoxe :

Des êtres dont l'esprit serait fait comme le nôtre et qui auraient les mêmes sens que nous, mais qui n'auraient reçu aucune éducation préalable, pourraient recevoir d'un monde extérieur convenablement choisi des impressions telles qu'ils seraient amenés à construire une géométrie autre que celle d'Euclide et à localiser les phénomènes de ce monde extérieur dans un espace non euclidien ou même dans un espace à quatre dimensions.

Pour nous, dont l'éducation a été faite par notre monde actuel, si nous étions brusquement transportés dans ce monde nouveau, nous n'aurions pas de difficultés à en rapporter les phénomènes à notre espace euclidien.

Quelqu'un qui y consacrerait son existence pourrait peut-être arriver à se représenter la quatrième dimension.

Je crains dans ces dernières lignes de n'avoir pas été très clair; je ne pourrais l'être qu'avec de nouveaux développements; mais j'ai déjà été trop long et ceux que ces développements pourraient intéresser ont lu Helmholtz.

Dans mon désir d'être bref, j'ai affirmé plus que je n'ai prouvé; que le lecteur veuille bien me le pardonner. On a tant écrit sur ce sujet; on a tant émis d'opinions différentes que la discussion en remplirait un volume.

H. Poincaré.

de l'Académie des Sciences.

SUR LES ALIÉNÉS PERSÉCUTEURS

Sous le nom d'aliénés persécuteurs nous ne voulons point comprendre tous ceux que le hasard de leur délire peut pousser un jour ou l'autre à se venger de leurs ennemis imaginaires : tels sont, par exemple, les délirants chroniques à évolution systématique qui, arrivés à la période de persécution, réagissent violemment contre ceux que leurs hallucinations leur désignent; tels sont encore les dégénérés à délires systématisés de persécution ou de grandeur, hallucinés ou non, qui, plus ou moins rapidement, se transforment en persécuteurs et poursuivent ceux dont ils croient avoir à se plaindre. Nous entendons au contraire décrire un groupe clinique que ses allures spéciales, toujours semblables à elles-mêmes, isolent d'une fa-

çon bien nette. Les sujets auxquels nous faisons allusion et que l'on désigne habituellement sous le nom de *persécutés-persécuteurs*, de *persécuteurs-raisonnants*, ne persécutent point d'une façon secondaire, épisodique pour ainsi dire, comme les malades précédents; le besoin de poursuivre leurs ennemis, d'obtenir justice de torts imaginaires ou d'une condamnation soi-disant injuste, est au contraire chez eux la note dominante, l'élément fondamental de leur délire; leurs actes plus encore que leurs conceptions sont de nature pathologique. Chez eux point de désordre dans les idées, ni de délire bruyant et extravagant, ni de troubles hallucinatoires; point de ces conceptions ambitieuses ou de ces idées de persécution dont l'inco-

hérence ou l'absurdité éclatent aux yeux de tous : rien en un mot de ce qui est caractéristique, pour le public, de l'aliénation mentale. Invite-t-on ces sujets à exposer leurs doléances, à rédiger leur histoire, on constate que les faits sont racontés avec précision, que la mémoire est intacte, que les facultés syllogistiques persistent. Quelle est donc, dira-t-on, la folie d'aliénés que l'on dépeint si lucides? Pour mettre bien en lumière la réalité des troubles psychiques de ces persécuteurs, il faut faire d'abord leur histoire naturelle, et voici ce que nous enseigne la clinique :

Le persécuté-persécuteur appartient à la grande famille des dégénérés. On sait que les états de dégénérescence, qui reconnaissent le plus souvent pour cause les tares psychopathiques ou les intoxications des ascendants, sont caractérisés par des anomalies du développement tant physique que psychique. Le persécuteur, habituellement issu d'une famille tarée au point de vue cérébral, est fréquemment porteur des stigmates physiques de la dégénérescence (malformations crâniennes, asymétrie faciale, anomalies des organes génitaux, etc.); il présente en outre l'état mental propre aux dégénérés : c'est dire que chez lui la déséquilibre des diverses facultés est la règle. Grâce à ses lacunes morales et intellectuelles peuvent se montrer des idées obsédantes, des impulsions, des préoccupations hypochondriaques, des troubles émotifs, des idées de suicide, des manifestations anormales de l'instinct sexuel, des accès maniaques. Dès l'enfance du sujet se révèlent des tendances aux idées de persécution et à la chicane; plus tard son caractère détestable, son besoin de dispute mettent partout la discorde : son orgueil démesuré, son habitude de se poser en victime, ses dénonciations calomnieuses en font un véritable fléau. Etant données ces prédispositions, qu'un accident survienne (procès perdu, etc.), et le dégénéré se révèle par la nature de ses réactions : l'équilibre mental très instable est dès lors détruit; l'idée fixe d'obtenir justice s'installe d'une façon irrévocable. Le ressentiment des échecs que le sujet a subis et qui ne sont imputables qu'à ses imperfections psychiques se transforme ainsi en une véritable idée obsédante qui est seule désormais à diriger une activité dévoyée. Accumulant les interprétations fausses, stimulé par les insuccès qui sont pour lui autant de dénis de justice, le déséquilibré poursuit avec un acharnement aveugle ses prétendus ennemis et se transforme ainsi en persécuteur.

Les anomalies du développement psychique de ces aliénés n'excluent pas d'ailleurs chez quelques-uns la prédominance de certaines aptitudes (*dégénérés supérieurs*). Rusés et menteurs, d'une patience et d'une activité infatigables, ils mettent

leur mémoire, leur imagination, leurs facultés syllogistiques, leur facilité d'élocution, parfois très développées, au service de leurs sentiments malséants, de leur haine profonde. Condamnés une première fois à la suite d'actes extravagants ou déboutés de demandes non fondées, ils prétendent obtenir des indemnités et faire proclamer l'erreur judiciaire dont ils ont été victime. L'idée obsédante qui les tourmente ne leur laisse plus désormais un instant de repos : ils veulent redresser les torts, flétrir les dénis de justice, obtenir des réparations pour les prétendus dommages portés à leur considération. Si, au début, leurs discours et leurs démarches semblent ne tenir que de la passion, à mesure qu'ils s'exaltent, leur désir de faire triompher leur cause n'a plus de frein et les subjugue complètement : le caractère maladif devient évident. Il s'agit là, non pas, comme pourraient le croire ceux qui ne sont pas familiarisés avec les réactions de ces aliénés, d'un état passionnel, non pas d'une revendication légitime de droits injustement lésés, mais bien d'une obsession de jour en jour plus tyrannique et pour la satisfaction de laquelle le malade, négligeant sa profession, sans souci de l'avenir et de ses véritables intérêts, tout entier à sa soif de vengeance, n'hésite pas à sacrifier sa fortune, sa famille, sa liberté même.

Ce qui caractérise encore les persécuteurs, c'est la haute idée qu'ils ont de leur personnalité : d'un orgueil et d'une vanité incommensurables, ils s'imaginent que le monde entier a les yeux sur eux, qu'ils sont appelés à jouer un rôle important. « Le moule qui me fit se brisa après ma naissance, écrit l'un d'eux. Il n'y a qu'un Dieu, s'il y en a un, ce qui est douteux, mais il n'y a qu'un moi, et ce moi vaut bien la peine qu'on s'en occupe. » Une fois internés, ils s'étonnent que leur arrestation n'ait point causé plus d'émotion, qu'une révolution n'ait point éclaté. Ils restent persuadés que s'ils n'obtiennent point leur liberté, c'est que des considérations politiques s'y opposent, que les ministres se préoccupent de leurs faits et gestes, etc.

Un autre trait typique de ces aliénés est la présence de lacunes morales plus ou moins profondes; dénués souvent de toute notion du bien et du mal, ils commettent des indécences, des abus de confiance, mais ont toujours à la bouche les mots de conscience et d'honneur. Ils ne craignent pas de porter contre des personnes honorables les accusations les plus injustes : tous les fonctionnaires à qui ils ont eu affaire ont trahi leur cause, sont vendus à leurs ennemis ou veulent tirer vengeance des révélations qu'ils ont faites : « C'est une comédie indigne de la justice, disent-ils. »

Ces persécuteurs partent parfois d'un fait vrai

mais démesurément amplifié, et, insensibles à toute considération, avides de scandales, ils entreprennent une campagne acharnée, montrant dans leurs revendications une ténacité infatigable. Ils cherchent par tous les moyens possibles à attirer l'attention sur leur affaire : l'un s'affuble d'un costume étrange, l'autre tire un coup de revolver en l'air au passage du chef de l'État; quelques-uns posent leur candidature aux élections. Très prolixes, très loquaces, ils accumulent leurs prétendues preuves avec une logique apparente, s'appuient sur des arguments tirés de la lecture du Code, sur des faits vrais auxquels ils ajoutent des compléments imaginaires, ou qu'ils interprètent d'une façon erronée; ils en imposent parfois ainsi et rendent difficile la distinction du vrai et du faux. Souvent dans ces périodes d'excitation intellectuelle le persécuteur offre l'aspect clinique décrit sous le nom de *manie raisonnante* : l'exaltation psychique est à son summum, mais la lucidité persiste, bien que le malade n'ait pas conscience de son état de surexcitation. Dévoré par un besoin d'activité jamais satisfait, il se multiplie de tous côtés, aborde mille entreprises, écrit aux personnalités en vue, consulte des avocats, demande des audiences, passe ses nuits à rédiger de volumineux mémoires, réclame à des médecins des certificats constatant qu'il jouit de la plénitude de ses facultés, dépose des plaintes, cherche à gagner à sa cause la Presse, fait parvenir des pétitions au Parlement, aux autorités, etc... Dans leurs écrits interminables ces sujets affectent une grande précision, font suivre chacune de leur allégations des mots : dont témoignages... preuves... sic. L'aspect de ces factums est parfois à lui seul caractéristique : la plupart des phrases sont soulignées 2, 3 et 4 fois; certains mots sont écrits en caractères spéciaux, ou avec une encre de couleur différente, etc. Dans le long récit de leur existence ils opposent leur désintéressement, leur dévouement à la vénalité de leurs juges, aux trahisons de leurs avocats, au manque de conscience de leurs médecins : « leur vie n'est qu'un martyre... on les tue à coups d'épingles, à coups de poings, à coups de cœur »; ils apostrophent leurs ennemis et les adjurent « si la mèche de la conscience et de l'honneur fume encore en eux » de cesser leurs iniquités. Parfois ils prennent des allures de prophète : « Prenez garde! s'écrient-ils, il y a un Dieu vengeur de l'innocent »! Une persécutrice observée par nous qui signe ses lettres; *F... quintruple victime*, adressait à divers personnages des requêtes intitulées « Appel aux âmes justes et aux cœurs nobles pour une quintruple victime. »

Les échecs répétés que subissent ces malades, loin de les décourager, sont pour eux autant d'ini-

quités nouvelles, autant de stimulants venant aiguillonner leur activité malade dans une lutte qui est devenue désormais leur seul but. Leur excitation intellectuelle s'accroissant, ils veulent bientôt se faire arrêter, espérant comparaître devant un tribunal, cherchent à s'introduire auprès du Président de la République; ils en viennent ensuite aux injures, aux écrits et aux placards diffamatoires; ils impriment eux-mêmes des affiches pour demander « la nullité de jugements entachés de dol, rendus contre eux en secret et en abus de loi »; ils font distribuer sur la voie publique des mémoires justificatifs. Enfin ils en arrivent aux tentatives de chantage, aux menaces et aux actes de violence, et parfois, s'élevant en justiciers, ils n'hésitent pas à frapper mortellement celui qu'ils ont condamné.

Ce qui les distingue nettement des délirants chroniques, des persécutés, c'est l'absence de troubles hallucinatoires; les hallucinations ne se montrent chez les dégénérés persécutés qu'à titre d'exception. Celles de l'ouïe, quand elles existent, n'offrent pas cette marche si curieuse qui du mot isolé, du monologue, conduit au *dialogue* et à *l'écho de la pensée* (le patient écoutant deux interlocuteurs imaginaires discuter ensemble, ou entendant répéter chacune de ses pensées). Cependant, il est des circonstances où le diagnostic peut être malaisé au début : il arrive parfois qu'un persécuteur raisonnant présente des hallucinations passagères qui, en l'absence de renseignements, peuvent embarrasser pendant quelque temps le médecin. D'autre part un délirant chronique chez lequel la psychose n'est pas ancienne, qui dissimule ses hallucinations, et qui, dans son mode de réagir, emprunte les procédés des persécutés, peut également faire hésiter le diagnostic.

Une autre distinction importante, c'est l'absence chez les aliénés que nous étudions d'une évolution méthodique, d'une métamorphose des idées de persécution en délire de grandeur comme dans le délire chronique. Il y a dans l'existence du délirant chronique deux parts bien tranchées : une première, souvent longue, sans manifestation morbide; une seconde, avec des symptômes et une marche caractéristiques. Chez les persécutés-persécutés il n'en est plus de même; faire l'histoire de la maladie, c'est faire celle du malade. Il se montre dès le début orgueilleux et persécuté; il est aujourd'hui ce qu'il était hier, ce qu'il sera toujours. L'étude des antécédents héréditaires de ces sujets fait déjà pressentir un prédisposé qui se révèle souvent par l'existence de stigmates physiques de dégénérescence; celle de ses antécédents personnels le montre avec sa

déséquilibre psychique, avec les lacunes d'une intelligence brillante parfois par certains côtés, avec les anomalies de ses instincts et les contradictions de son caractère. Tandis que chez le délirant chronique l'affection mentale contrastait avec le passé cérébral du sujet, pour le persécuter au contraire elle n'est que l'exagération du caractère antérieur chez un individu toujours mal équilibré.

Si la psychose du persécuter raisonnant ne procède pas par des étapes bien délimitées, si elle ne subit pas une transformation totale comme le délire chronique, ce n'est pas à dire qu'elle reste stéréotypée à jamais : elle n'évolue pas sans doute, mais elle prend une extension toujours envahissante. Au début, en effet, les réclamations de ces aliénés portent sur un fait personnel : ils exigent une part d'héritage dont ils prétendent avoir été frustrés, ils veulent obtenir une indemnité pour une condamnation injuste ; plus tard ils se découvrent de nouveaux ennemis, accumulent de nouveaux sujets de plaintes ; le cercle de leurs accusations s'agrandit, mais leurs intérêts propres sont alors seuls en jeu. Avec les années ils finissent presque par oublier le point de départ de leurs réactions malades : ce n'est plus leur cause à eux qu'ils défendent, mais celle des opprimés, celle de la vérité et de la justice. Ce rôle désintéressé qu'ils s'attribuent leur donne une idée toujours plus haute de leur personnalité ; ils en arrivent à se croire les instruments de la Providence : l'un se proclame « le martyr de la vérité », l'autre « la victime et le bouc d'Israël » ; ils se comparent à Jésus-Christ ; comme lui, ils ont été vendus : « Si Dieu, écrit l'un d'eux, fait le miracle incessant de me conserver la vie, il me force par là de continuer mes réclamations : c'est une volonté spéciale d'en haut pour l'accomplissement de vues particulières... Mon triomphe sera celui de la gloire de Dieu et du bien-être général ». Comme on le voit, si les idées d'orgueil atteignent avec le temps à un degré extrême, jamais cependant elles n'aboutissent à de véritables conceptions délirantes, à la mégalomanie. Enfin, si chez les persécuteurs raisonnants les troubles psychiques peuvent être précoces, ils peuvent en outre se prolonger indéfiniment sans s'effacer dans la démence comme dans le délire chronique. Quelquefois surviennent des accidents apoplectiques déterminés par des foyers d'hémorragie cérébrale, comme chez Sandon ; mais ces complications sont moins fréquentes qu'on ne l'avait pensé.

Les aliénés atteints de délire systématisé font parfois, on le sait, partager leurs idées délirantes à ceux qui vivent avec eux dans un contact journalier (folie à deux, folie communiquée) ; le per-

sécuter raisonnant peut encore bien plus facilement communiquer à autrui ses convictions erronées. Il s'était fait le combattant du Droit, il a souffert et lutté seul contre les tribunaux, les médecins, les autorités ; son attitude d'opprimé que l'adversité n'a pas abattu lui conquiert des sympathies ; ses infortunes émeuvent bien des gens, en même temps que son activité intellectuelle, la dialectique avec laquelle il soutient ses revendications, l'absence de trouble sensoriel, entraînent la conviction de certains. Mais tandis que la contagion pour le délirant chronique se limite aux proches, pour l'aliéné persécuter, elle rayonne bien au delà et le malade trouve des défenseurs dans la Presse et dans le public.

D'après leurs tendances malades, et suivant les procédés qu'ils emploient, les persécuteurs peuvent être distingués en différents groupes. Les uns, *persécuteurs processifs*, n'emploient pas, en général, les moyens violents : ils déposent des plaintes au Parquet, traduisent leurs ennemis en justice, affirment qu'on recrute contre eux de faux témoins, étudient les codes dont ils apprennent par cœur tous les articles se rapportant à leur affaire, font procès sur procès, réclament des indemnités formidables aux médecins qui les ont examinés, épuisent toutes les juridictions sans jamais se lasser de leurs échecs. Quelques-uns s'unissent à d'autres processifs, fondent une « Union des opprimés pour la protection de ceux qui ont eu à subir les injustices des tribunaux », et notifient la constitution de cette Société au Gouvernement. Nous avons observé un de ces processifs, âgé de trente ans, fils d'aliéné, dont la déséquilibre mentale s'était manifestée dès la jeunesse. Fantastique, exalté, il prétendait, étant militaire, que ses chefs lui en voulaient, qu'on cherchait à l'empoisonner ; il eut à subir plusieurs condamnations assez sérieuses motivées par des actes qui révélaient ses tendances, entre autres pour avoir poursuivi de ses obsessions une jeune fille, et pour avoir fait un rapport contre un de ses officiers. Interné pour des idées de persécution avec hallucinations passagères de l'ouïe, il attribue sa séquestration à « des influences occultes » : « Le Parquet, dit-il, veut étouffer sa voix, le déshonorer. » Une fois en liberté, il entreprend une campagne très active, fatigue de ses requêtes toutes les autorités, poursuit les médecins qui ont délivré contre lui des certificats « devant, dit-il, être considérés en Cour de Justice comme pièces à conviction d'un crime qui, après avoir reçu un commencement d'exécution, ne fut pas entièrement perpétré par suite de circonstances indépendantes de la volonté de leurs auteurs ». Il accable un médecin de lettres injurieuses, exige

un certificat de sortie, fait suivre sa signature de titres fantaisistes tels que : « attaché de ministre », « Citoyen de la République Française », ou encore de lettres rangées en carré : H. W. D. R. Il adresse des pétitions aux Chambres « en réparation d'un préjudice indûment causé », envoie des lettres de protestation aux journaux qui publient son histoire sous le titre de « Crime sans nom », convoque les médecins à des réunions publiques dans lesquelles il expose sa séquestration, réclame l'assistance judiciaire pour « suivre contre le médecin et le personnel du service une action en justice », et obtenir des dommages-intérêts.

D'autres, d'un naturel plus violent et qui ont parfois déjà subi de nombreuses condamnations pour injures, menaces et coups, se lassent bientôt de recourir inutilement aux voies légales : ils se montrent agressifs et menaçants : « J'ai déjà employé tous les moyens conciliants et juridiques possibles, écrit l'un d'eux; les moyens extrêmes me sont permis maintenant devant Dieu et devant les hommes. » Après avoir employé la diffamation par cartes postales et par voie d'affiches manuscrites placardées dans les rues, ils poursuivent sans répit celui auquel leur haine s'est attachée : ils se postent à sa porte durant des heures entières, le suivent dans la rue, l'interpellent, l'outragent, provoquent un attroupement : « Je suis attaché à la porte de votre ministère comme le hibou à la porte d'une écurie, » écrivait l'un d'eux à un ministre. Enfin ils n'hésitent pas à se faire justice eux-mêmes par des voies de fait et même par un meurtre (*Persécuteurs homicides.*)

Nous avons observé à Sainte-Anne un persécuteur qui a fait de nombreux séjours à la fois dans les prisons et dans les asiles d'aliénés. Fils d'un père ivrogne, s'excitant lui-même facilement sous l'influence d'excès alcooliques, il présentait une conformation vicieuse du crâne et une prononciation défectueuse. A son retour des colonies, où il avait été cassé de son grade de caporal, il exerça successivement diverses professions. En 1879, se croyant frustré dans une succession, il fait écrire à des parents des lettres de menaces et se livre à des voies de fait sur son oncle, délit pour lequel il est condamné à six mois de prison. Deux ans après, nouveaux actes de violence suivis de trois mois de prison. Plus tard, il se figure que M. X..., le maire, fait courir le bruit que sa condamnation lui enlève ses droits électoraux : il étudie alors le Code, écrit au procureur de la République, enfin invective M. X..., qui, d'après lui, le persécute de toutes façons. Arrêté en 1883, il est, après un mois d'emprisonnement, transféré dans un asile d'aliénés. En 1886 nouvelle condamnation pour injures à l'adjoint du maire : à peine sorti de prison il est de nouveau

arrêté et condamné pour des faits identiques. Aussitôt en liberté, il se décide à faire connaître son histoire par voie d'affiches manuscrites qu'il colle dans sa commune, sur les principaux monuments de Paris et à la porte du Crédit Foncier (dont le conseil d'administration compte M. X... parmi ses membres). Il placarde ainsi 150 affiches de grand format qui ne lui demandent pas moins de 3 heures de travail chacune. En outre il continue à diffamer M. X... et il est condamné de nouveau pour avoir frappé le garde champêtre. Il se fait arrêter au moment où il collait son immense affiche à l'entrée du Palais-Bourbon. Il veut « lancer son affaire », dit-il, et compte sur l'appui d'avocats célèbres pour défendre sa cause. En 1888, il entre à Sainte-Anne pour la troisième fois. Il avait fait le pari de toucher la main de M. X... : ils l'introduit chez ce dernier, lui prend la main et se retire. Quelque temps après il affiche un placard injurieux à la porte du Crédit Foncier : il est assigné en police correctionnelle. Enfin on l'arrête couché sur la voie publique, porteur d'un revolver. Il parle avec volubilité, récite par cœur son affiche et des pages entières du Code; il proteste hautement contre son internement. Ajoutons qu'ayant reçu une somme de 5,800 francs qui lui revenait de l'héritage paternel il reste convaincu, malgré l'affirmation de sa mère, que cet argent lui a été remis de la part de M. X... comme indemnité.

Dans certains cas ce n'est pas seulement, comme chez les persécuteurs précédents, le souvenir obsédant d'une injustice subie qui poursuit le malade et qui arme son bras contre ceux dont il croit avoir à se plaindre : c'est l'intérêt d'un parti politique, d'une classe sociale, le salut de la Patrie qui le pousse au meurtre. Une fois l'idée installée qu'il peut par la mort d'un homme sauver tous ces grands intérêts, il n'y a plus dans sa vie place pour autre chose; il va à son but avec une ténacité aveugle, faisant bon marché de son existence pour accomplir la mission dont il s'est chargé. Certains *régicides* nous offrent des exemples de cet état de déséquilibration mentale. Chez eux également une idée obsédante envahit la conscience, absorbant à son profit toute l'activité psychique du sujet : Lamartine dans le portrait qu'il trace de Louvel, l'assassin du duc de Berry nous montre un de ces fanatiques « roulant dans une tête étroite une pensée mal comprise et souffrant jusqu'à ce que sa main fatale l'ait déchargé par son crime du poids et du martyre de son idée. »

Nous avons eu occasion d'examiner à Ste-Anne un de ces sujets qui avait fait une tentative d'assassinat sur un haut personnage politique. Intelligent et actif, mais instable et mal pondéré, il a fait des dupes, a vécu d'expédients, s'est lancé dans les

entreprises les plus diverses, a pris une quarantaine de brevets d'invention. Il a travaillé également à la solution de questions sociales, a rédigé un dictionnaire de synonymes, composé des poésies, des pamphlets, etc. Malgré cette suractivité intellectuelle que son manque d'équilibre psychique rend inféconde, il mène une vie misérable; à la suite d'une condamnation à un mois de prison qu'il estime illégale, il s'écrie : « on entendra parler de moi », et réagissant, comme il avait vécu, en déséquilibre, il profère des menaces de mort contre ses juges, et se prépare à faire un exemple retentissant. Il entend rendre responsable ceux qui sont à la tête du Gouvernement d'échecs qui ne sont imputables qu'à lui-même; tous ceux dont il croit avoir à se plaindre, ou que ses convictions lui désignent comme nuisibles au bien du pays doivent être punis. Pesant les responsabilités de chacun, il fait quatre catégories de victimes; 19 ont été choisies : 3 sont condamnées à mort; 2 victimes politiques et une personnelle; 4 recevront des blessures très graves, 7 des blessures plus ou moins graves, 5 des blessures légères; et, comme une seule victime doit payer pour toutes, il fait une loterie dans laquelle il donne à chacun un nombre de numéros en rapport avec le degré de culpabilité qu'il lui attribue. Il prépare ainsi 132 bulletins : l'un en a 18, l'autre 4; un juge d'instruction 6, le général F... 6, etc... « Je condamne le misérable D..., écrit-il, le faux témoin, le voleur, le faussaire, à avoir les deux pattes cassées au genoux, et le V... recéleur et calomniateur ingrat à subir la même peine, avec huit numéros au chapeau pour D... et 6 numéros pour V... » Pour légitimer ces jugements sommaires, il fait la biographie de chacune de ses victimes, et la termine par la condamnation dont il frappe le coupable : « encore un qui ira dans mon chapeau avec dix numéros; il paiera son iniquité par une patte cassée au genou, ce sera sa récompense. » Magistrats, avocats, avoués, notaires, députés, ministres, tous comparaissent à son tribunal : il pèse, juge et condamne; il n'y a que lui d'honnête et de juste. Il explique avec complaisance les avantages de ce qu'il appelle « sa justice sommaire » : « et vous ne trouvez pas que cette loterie ainsi combinée ne soit cent fois plus salubre, plus morale et plus réconfortante, plus juste et autrement expéditive que la justice, si souvent boiteuse et injuste. Comparez et soyez certains qu'avant peu, au lieu de la faire passer pour folle, tous les gens aimant la vraie justice la trouveront sensée et morale. J'aurai des imitateurs, soyez-en sûrs... J'ai tiré aujourd'hui ma loterie, écrit-il ailleurs, c'est X... qui a gagné... Et dire qu'il va falloir que ce soit moi, le pauvre inventeur ridiculisé, moi tant de fois conspué, pillé, calomnié, diffamé, failli, ruiné, con-

damné à la prison pour chantage, moi, Pygmée, dire que c'est à moi que vient d'échoir la noble tâche de supprimer X... le fléau, d'en délivrer la France ! J'ai sorti son numéro de mon chapeau, c'est vraiment trop de chance après tant de gros malheurs immérités, et ma vie peut bien payer une telle récompense. » Au moment de l'élection présidentielle son exaltation va en grandissant : enfin il réussit à pénétrer au Palais Bourbon et tire sur M. X... deux coups de revolver. Au cours de l'interrogatoire ce malade fut pris au Dépôt d'un accès délirant qui dura cinq jours. — A Ste-Anne il se montrait préoccupé avant tout par les travaux importants qu'il avait en tête : solution de la question politique et humanitaire, étude de l'éducation des garçons, de celle des filles, etc. « Si un jury imbécile m'acquittait, écrivait-il, je recommencerais; je ne cache pas ma manière de voir, j'ai agi avec préméditation. » L'activité intellectuelle de ce sujet, sa lucidité, l'habileté avec laquelle il a accompli sa tentative d'homicide auraient pu en imposer pour un état passionnel; mais en dehors de l'accès délirant passer qu'il a présenté, l'examen approfondi de cette existence dont tous les actes révèlent un déséquilibre, ses oppositions et ses contradictions incessantes, cette obsession de vengeance qui le poursuit, cette liste de victimes qu'il dresse en mettant le nom d'un homme d'Etat à côté de ceux de l'expert en écriture qui l'a déclaré insolvable, de l'avocat qui a plaidé contre lui, du magistrat qui l'a reconnu coupable, de l'ouvrier typographe qu'il a poursuivi, de sa belle-mère dont il prétend avoir à se plaindre; ces verdicts qu'il rend, cette échelle de peines, cette loterie, ce choix de la victime laissé au hasard, dénotent bien les troubles profonds de son intelligence et le caractère maladif de ses actes.

On peut distinguer encore les *persécuteurs hypochondriques* qui, convaincus d'avoir été mal soignés par un médecin, le poursuivent de leur haine, en veulent à tous les médecins qu'ils rencontrent dans le cours de leur vie et mettent à les persécuter un acharnement qui ne recule pas toujours devant les actes de violence. Signalons aussi les *persécuteurs filiaux* s'imaginant avoir retrouvé un père qu'ils poursuivent de leurs tendresses et de leurs revendications; les *persécuteurs amoureux* dont Teulat, l'amoureux de la princesse de Br..., était un magnifique exemple. Si le but des persécutions de ces derniers sujets est bien différent de celui des processifs, leurs allures, leurs actes sont de tout point identiques : ce sont bien au point de vue clinique, les mêmes malades. Habituellement il s'agit d'amoureux chez lesquels la sphère génitale tient peu de place : ils aiment d'un amour purement psychique (Erotomanes). Ils suivent leur

victime dans les églises, au théâtre, en voyage et cela pendant des années; la nuit même, ils sont sous les fenêtres de celle qu'ils aiment. Nous avons eu à Sainte-Anne une persécutrice de ce genre: il s'agissait d'une jeune fille, femme de chambre chez une dame de 50 ans; elle s'était prise pour sa maîtresse d'une affection très vive, qui, bien que dégagée de toute préoccupation charnelle, n'était pas exempte de jalousie. Renvoyée par sa maîtresse à la suite de scènes violentes, notre malade, obsédée par sa passion, ne peut se résigner à vivre loin de celle qu'elle aime, et alors commence une série de persécutions. Elle attend dans la rue, pour la frapper, la personne qui l'a remplacée, se poste devant la porte durant de longues heures, parfois une journée entière, malgré les intempéries, les yeux dirigés vers la fenêtre de la pièce où se tenait sa maîtresse. Celle-ci change de domicile pour se soustraire à cette surveillance; peine inutile: notre déséquilibrée la suit dans la rue, les magasins, les églises; « reprenez-moi, gémissait-elle. » Parfois pendant la nuit, escaladant la grille, elle venait sonner un glas funèbre à la grosse cloche. Elle fut, pour des excentricités de ce genre, conduite au commissariat de police une vingtaine de fois. Chaque jour elle écrivait à sa maîtresse en termes tantôt suppliants, tantôt menaçants; elle lui a adressé ainsi plus de 500 lettres; « il faut que l'une de nous deux disparaisse », disait-elle chez les voisins. Mise en liberté après un premier internement, elle recommence ses persécutions, dépose des plaintes contre le commissaire de police, fait comparaître sa maîtresse devant le juge de paix, lui réclame des dommages-intérêts, porte des accusations contre les médecins; enfin ses excentricités nouvelles la font interner pour la deuxième fois; elle montre à ce moment des tendances plus agressives et parle de se venger un revolver à la main.

Si de graves questions médico-légales peuvent parfois se présenter à propos de l'appréciation de la responsabilité des persécutés hallucinés, des délirants chroniques, les difficultés se montrent bien plus délicates à résoudre, quand il s'agit de persécutés-persécuteurs. De tous les aliénés ce sont ceux qui donnent lieu aux controverses les plus longues, parfois même aux plus vives polémiques: ce sont eux aussi qui fournissent prétexte aux diatribes virulentes de la Presse, aux articles à sensation sur les « séquestrations arbitraires » et les « Bastilles modernes ». La chose peut s'expliquer jusqu'à un certain point par les allures raisonnantes, la physionomie si particulière de ces malades: à un examen superficiel on pourrait croire à de simples états passionnels, à une surexcitation in-

tellectuelle entretenue par une longue série d'injustices. Tandis que chez le délirant chronique le phénomène morbide capital, l'hallucination, ne peut, par son évidence, laisser planer aucun doute sur la nature des actes du sujet, il n'en est plus toujours de même chez le persécuté-persécuteur dont la maladie ne fait qu'exagérer les tendances natives.

Ce qui fait en outre la difficulté réelle de ces expertises médico-légales, c'est, ainsi que nous l'avons vu, la nature particulière des conceptions de ces aliénés. Ils savent ne point verser dans l'in vraisemblable; ils savent échafauder leur roman sur des faits en partie exacts. Au début ils n'émettent que des réclamations dont quelques-unes peuvent être justifiées, tandis que d'autres, mal fondées, restent encore modérées. Ce n'est qu'insensiblement que des réclamations nouvelles viennent se greffer sur les anciennes, et, chose curieuse qui montre bien alors le caractère maladif, le persécuteur oublie pour ainsi dire le fait réel qui a servi de base à son délire pour s'attacher à des réclamations imaginaires, mais qui le rehaussent à ses propres yeux. L'adversité fait au persécuteur un piédestal; il perd la notion exacte de sa situation sociale, du rôle qu'il peut jouer. Parfois il réussit à arracher un secours à des fonctionnaires imprudents: c'est pour lui une preuve de plus qu'on le craint, qu'il est dans son droit, et il poursuit sa campagne. Pour arriver, malgré la persistance chez ces aliénés de certaines facultés, mémoire, logique, activité intellectuelle, à démontrer la nature délirante des sentiments qui les animent et le caractère pathologique des actes auxquels ils sont conduits, il faut reconstituer l'histoire entière du sujet qui révèle d'ordinaire un état psychopathique congénital, et montre dans sa conduite les réactions malades d'un cerveau profondément déséquilibré. Bien qu'empruntant quelques traits aux foux moraux et aux maniaques raisonnants, le persécuté-persécuteur s'en distingue cependant par des différences très tranchées qui le font classer dans le groupe si homogène que nous étudions. L'examen des faits qu'il invoque, faits dont quelques-uns peuvent être exacts, mais dont le plus grand nombre sont complètement dénaturés ou de pure invention, les réactions complètement hors de proportion que ceux-ci ont provoquées, l'opiniâtreté aveugle avec laquelle il poursuit ses revendications sans qu'aucune considération, même celle de son intérêt personnel, puisse l'arrêter, les arguments qu'il emploie à les justifier et qui portent la marque d'une logique subtile, mais faussée, le caractère obsédant de conceptions dont le cercle va toujours s'étendant, ses menaces, ses calomnies, réservées d'abord à ceux dont il se dit la victime, puis s'adressant à

tous ceux qui ne partagent point son délire, enfin les actes d'extrême violence devant lesquels il ne recule pas, sont autant d'actions relevant d'un état de déséquilibre mentale sans cesse grandissante, et de jour en jour plus dangereuse. Si la société a le droit et le devoir de se garantir des actes violents ou nuisibles de ces persécuteurs-raison-

nants, il n'en faut pas moins se souvenir qu'il s'agit de véritables malades dont la place est non point dans une prison, mais dans un asile d'aliénés.

D^r Magnan,

Médecin en chef
de l'Asile Sainte-Anne.

D^r Sérieux,

Médecin-adjoint
des asiles d'aliénés de la Seine.

LA FAUNE DITE « PRIMORDIALE » EST-ELLE LA PLUS ANCIENNE ?

Lorsque les travaux de Darwin eurent attiré l'attention sur la théorie de l'évolution qui, cependant, avait été déjà émise par Lamarck un demi-siècle auparavant, ce fut à la Géologie que les partisans aussi bien que les adversaires de cette théorie empruntèrent leurs arguments les plus sérieux. En effet, la Géologie s'appuie d'une part sur la Paléontologie, qui étudie les faunes et les flores fossiles, et d'autre part sur la Stratigraphie, qui permet d'établir la superposition relative ou chronologie des différentes assises sédimentaires renfermant ces formes organiques éteintes.

Cette science, qui s'occupe des temps passés, devait donc, semblait-il, permettre d'établir la théorie sur des faits qui seraient indiscutables; mais ces faits mêmes purent être interprétés de façons différentes, et de là naquirent des discussions où transformistes et antitransformistes déployèrent une égale ardeur.

Nous n'avons pas l'intention de revenir sur ces luttes, heureusement apaisées; mais il nous a paru intéressant de rechercher si les travaux géologiques récents ne permettraient pas une interprétation nouvelle ou plus complète de quelques faits déjà connus.

Ce qui frappe tout d'abord lorsqu'on étudie la succession des êtres organisés, c'est l'apparition brusque d'une première faune constituée surtout par des Brachiopodes et des Crustacés. Les premiers occupent une place assez basse dans la série animale; il est d'ailleurs à remarquer que plusieurs d'entre eux (Lingules) se sont perpétués jusqu'à nous sans grand changement. Quant aux seconds, ils appartiennent à un groupe bien spécial qui a reçu le nom de Trilobites et qui n'a pas dépassé la période primaire. Ces Trilobites, d'après les vestiges qui nous en sont restés, présentaient des organes bien différenciés et devaient être aussi élevés dans la série que certains Crustacés actuellement vivants.

Une pareille faune, à en juger par l'ensemble de ses caractères, devait être, d'après les transformistes, le résultat d'une évolution longue et suivie; au contraire, elle confirmait les partisans des créations

successives dans leur conviction que les faunes apparaissaient les unes après les autres, avec des êtres dont l'organisation atteignait toute sa perfection dès leur apparition.

À l'appui de cette manière de voir, les anti-évolutionnistes invoquaient encore d'autres faits qui semblaient leur donner raison. Les premières strates renfermant la faune primordiale sont, partout où on les rencontre, peu éloignées de la série dite cristallophyllienne, dont la plupart des éléments sont cristallins. Or, il était admis autrefois que le mica, le quartz et le feldspath qui entrent en proportions très variables dans les gneiss et les micaschistes qui constituent cette série, s'étaient formés dans un bain fondu au sein duquel ils se précipitaient; dans ces conditions, aucun organisme n'avait pu vivre lors de leur dépôt. D'autre part, l'épaisseur des sédiments compris entre cette série réputée sûrement azoïque et les assises renfermant la faune primordiale, semblait trop faible, d'après les faits observés, pour pouvoir correspondre à un laps de temps assez long pour permettre à l'évolution des Trilobites de s'accomplir.

Nous allons voir comment on explique actuellement tous ces faits.

I

De toutes les formes primordiales, ce sont les Trilobites qui offrent le plus d'intérêt, au point de vue de l'évolution, puisqu'ils représentent les organismes les plus élevés, c'est-à-dire ceux sur lesquels les causes efficientes de l'évolution se sont fait le plus sentir.

Ce sont des Crustacés par l'ensemble de leurs caractères (Arthropodes à test chitineux, vivant dans l'eau, respirant par des branchies, munis de nombreuses paires de pattes thoraciques, dont quelques-unes sont transformées en pattes mâchoires, et de paires de pattes abdominales); mais ils ne sont comparables à aucune forme vivante, sauf peut-être à quelques Branchiopodes ou à quelques Isopodes. Nous rappellerons en quelques mots leurs caractères, parce que nous aurons à y revenir plus tard.

D'abord, chez tous, il y a une trilobation très nette qui leur a fait donner le nom qu'ils portent. La partie antérieure du corps, ou tête, présente un relief médian, dit *glabelle* (fig. 1, G), qui est tantôt en forme de massue (fig. 1 et 4), tantôt triangulaire, avec partie arrondie en avant (fig. 8). Cette glabelle porte des *sillons* qui atteignent, au maximum, le nombre de quatre et qui divisent la glabelle en cinq parties à surface légèrement bombée, appelées *lobes* (fig. 1). Derrière la glabelle se voit un sillon dit *occipital* qui existe chez tous les Trilobites. Il sépare la glabelle d'un *bourrelet occipital* (fig. 1, O) qui se prolonge de chaque côté et permet une distinction très nette entre

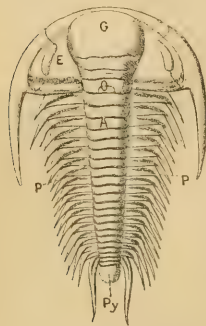


Fig. 1. — *Paradoxides Bohemicus*, jeune, d'après Barrande. — G, glabelle; E, œil; O, bourrelet occipital; A, axe du thorax; P, plèvres; Py, pygidium.

La face inférieure, qui portait sans doute des téguements moins résistants que ceux de la face supérieure, n'est presque jamais conservée. Cependant MM. Billings, Woodward et surtout M. Walcott ont pu reconnaître, dans quelques échantillons conservés dans des calcaires, la structure de cette face inférieure. D'après M. Walcott, sous la tête, en arrière d'une pièce, dite *hypostome* (fig. 2, H), qui s'articule sur le bord de la tête, se trouvent quatre paires de *pattes mâchoires* (fig. 2, *pm*) dont la quatrième est plus forte que les autres. Tous les anneaux ou *segments*, même ceux du pygidium qui sont soudés entre eux, portent une paire de pattes articulées.

Telle est la constitution des Trilobites arrivés à leur état adulte. Mais on a maintenant, sur le développement de quelques-uns d'entre eux, et notam-

ment de quelques espèces primordiales, des notions qui sont fort intéressantes, car elles nous donnent certains renseignements relatifs à l'évolution de ces Crustacés. A partir du stade où ils ont atteint une taille suffisante pour laisser quelque trace par fossilisation, on peut reconnaître certains caractères sur leur carapace. Les caractères se modifient à mesure que la carapace prend des dimensions de plus en plus grandes : c'est ainsi que Barrande ¹ et M. Matthew ² ont pu suivre le développement de quelques Trilobites.

Le thorax qui fait suite à la tête est composé d'un nombre d'anneaux variable avec le genre, avec l'espèce et même avec l'âge pour une même espèce. La partie médiane du thorax cor-

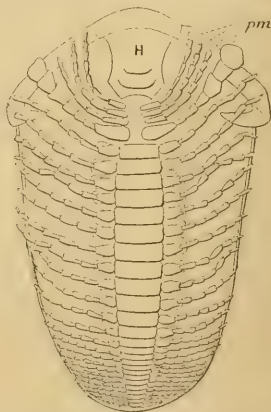


Fig. 2. — Face inférieure restaurée de *Calymene senaria*, d'après Walcott. — H, hypostome; pm, pattes mâchoires.

Le Trilobite passe par trois phases ou stades embryonnaires avant de présenter des caractères génériques. Dans le premier stade, l'animal a la forme d'un disque plus ou moins ovale; celui-ci est traversé par une crête longue et cylindrique qui correspond à la glabelle et qui n'atteint pas les bords du disque (fig. 3, 1). La partie antérieure de cette crête ou *lobe antérieur* s'élargit en forme de tête de clou, tandis que dans la partie postérieure, apparaît déjà une ligne transversale qui correspondra plus tard à la suture occipitale. Dans certains exemplaires, on peut déjà reconnaître, sur la partie postérieure de la crête, des indices des sillons de la glabelle.

Dans le second stade (fig. 3, 2), le disque s'allonge; la partie antérieure de la crête glabellulaire se rétrécit en même temps que son relief s'accuse; les sillons glabellulaires se creusent et deviennent très nets.

¹ Système silurien du centre de la Bohême, t. I, p. 1.

² Illustrations of the fauna of S. John's Group, n° IV, part. II. The smaller Trilobites with Eyes. (Trans. Roy. Soc. Canada, Section IV, 1887, p. 115). Sur le développement des premiers Trilobites. Traduction par M. Forir. (Extr. des Annales de la Société Royale malacologique de Belgique, t. XXIII, 1888.)

Mais tous ces sillons, ainsi que le sillon occipital, qui est déjà très accusé, sont très rapprochés les uns des autres et cantonnés sur la partie postérieure de la crête glabellaire. Cependant, on voit déjà se détacher très distinctement des autres un sillon antérieur. Le bord occipital de la tête est à ce moment très visible; il la délimite très nettement, et au-dessous, on reconnaît le pygidium, extrêmement réduit, avec sa forme générale.

Dans le troisième stade (fig. 3, 3), la tête prend une forme plus voisine de celle que présentera l'adulte.

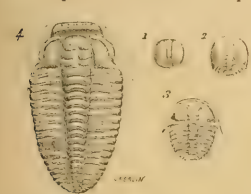


Fig. 3. — Différents stades du développement du *Sao hirsuta*, d'après Barrande, très grossis. — 1, 1^{er} stade; 2, 2^e stade; 3, 3^e stade; 4, animal portant vingt anneaux et ayant atteint son développement presque complet. Les joues mobiles, qui ont disparu dans l'exemplaire illustré, ont été dessinées seulement au trait¹.

La crête glabellaire s'est élargie; les sillons postérieurs se sont rapprochés du sillon antérieur. La partie antérieure de la glabella est circonscrite par une rainure. Parfois, il semble qu'il y ait déjà, sur le contour des bords latéraux, des bandes oculaires faiblement arquées; les yeux n'apparaissent qu'au

quatrième stade sur ces mêmes bords latéraux et ils se rapprochent de plus en plus de la glabella dans les stades suivants.

C'est à partir du quatrième stade que se reconnaissent les caractères génériques. En même temps que ceux-ci s'accusent, l'animal se développe: à chaque stade nouveau, le nombre des segments du thorax augmente et les dimensions de toutes les parties du corps croissent également.

Ces observations ont été faites par M. Matthew sur les genres *Liostracus*, *Ptychoparia* et *Solenopleura* dont toutes les espèces passent par les trois premières phases que nous venons d'indiquer, sans qu'il soit possible de les distinguer génériquement. Il est donc bien probable qu'ils ont une même origine et il est naturel de les grouper en une même famille.

Quant aux *Paradoxides* qui se trouvent dans les mêmes couches cambriennes, et qui sont beaucoup plus importants à cause de leur grand nombre, leur développement est encore mal connu; cepen-

dant ils présentent, dès les premiers stades, des différences sensibles avec les genres précédents. Le lobe oculaire s'y montre beaucoup plus tôt, et, dès son apparition, il occupe sa position définitive de chaque côté de la glabella, contrairement à ce que nous avons signalé plus haut.

Nous voyons donc que, dans les Trilobites de la faune dite primordiale, il y a déjà des différences dans le mode de développement, et ces différences, chez des formes d'un même groupe vivant à une même époque, correspondent certainement à un degré d'évolution qui n'est pas le même, ce qui nous porte à admettre qu'avant le temps où vivait cette faune trilobitique, il a dû y en avoir une autre d'où elle provient.

On a vu plus haut que le Trilobite adulte peut porter sur sa glabella jusqu'à quatre sillons et, par suite, cinq lobes. Si nous appliquons aux Trilobites la théorie émise par Milne-Edwards pour les Crustacés vivants, nous pouvons considérer les lobes comme correspondant à cinq somites soudés entre eux. D'après ce qui a été dit précédemment, sur la face inférieure du Trilobite se voient quatre paires de pattes mâchoires qui correspondraient aux quatre lobes postérieurs, le lobe antérieur correspondant aux organes des sens. En étudiant le développement des Trilobites, nous avons vu que c'était ce lobe antérieur qui s'accusait le premier et qu'il restait longtemps de beaucoup le plus développé; il semble en résulter que pendant le jeune âge, les organes des sens jouaient un rôle des plus importants. Ce fait est curieux si nous le rapprochons de cette particularité que dans les embryons de Crustacés vivant actuellement, ce sont également les organes des sens correspondant aux somites antérieurs qui sont les plus développés. Ce caractère embryonnaire du grand développement du lobe antérieur de la glabella devrait se retrouver chez les plus anciens Trilobites et s'atténuer à mesure que l'ordre accomplissait son évolution. Il semble, au premier abord, qu'en effet il en ait été ainsi; chez les *Olenellus* (fig. 4) et les *Paradoxides* (fig. 1), qui sont essentiellement caractéristiques du Cambrien, la partie antérieure de la glabella est très développée. Mais dans les genres de la famille des Phacopidae, qui se perpétuent durant le Silurien et le Dévonien, nous retrouvons le lobe antérieur de la glabella prépondérant; aussi ne pouvons-nous attribuer une grande valeur à ce caractère.

La faible dimension du pygidium par rapport à celle de la tête est un caractère vraiment embryonnaire que nous retrouvons d'une façon remarquable dans les deux genres *Olenellus* et *Paradoxides*.

¹ Bien que le *Sao hirsuta* ne soit pas un type étudié par M. Matthew et que, dans son développement, il offre quelques légères différences avec ce que l'on observe chez les espèces décrites par le savant paléontologiste américain, j'ai cru cependant devoir emprunter ces figures à Barrande, parce que ce sont les plus claires qui aient été faites d'embryons de trilobites. On y reconnaît d'ailleurs les caractères principaux des stades décrits par M. Matthew.

D'autres Trilobites moins anciens ont bien, il est vrai, un pygidium de petite taille, mais chez aucun ce caractère n'est aussi net que dans les espèces de ces deux genres cambriens.

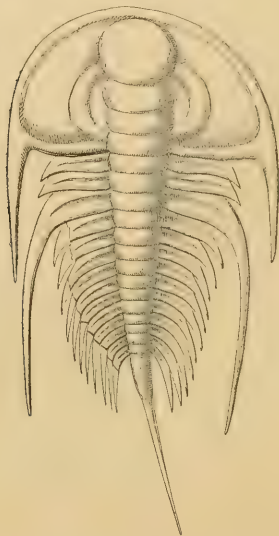


Fig. 4. — *Olenellus Gilberti*, d'après H. Walcott.

Il y a encore des Trilobites primordiaux présentant des caractères embryonnaires incontestables : ce sont les *Agnostus* (fig. 5), qui sont toujours de petite taille et chez lesquels la tête et le pygidium ont sensiblement les mêmes dimensions ; mais le thorax ne présente jamais plus de deux anneaux. C'est un genre dont le stade de plus grand développement correspond, d'après M. Matthew, à un stade embryonnaire des autres Trilobites. En effet, la glabelle n'offre que des caractères encore peu distincts. Dans certaines formes, les deux sillons postérieurs sont encore très rapprochés ; le sillon antérieur est distant des autres et plus accusé qu'eux. Ce groupe a d'ailleurs subi une évolution dans le même sens que les autres Trilobites, ainsi qu'il résulte des travaux de M. Tullberg. En effet, les formes les plus anciennes, telles que l'*Agnostus rex* de Scandinavie (fig. 5), présentent un élargissement très sensible de la partie antérieure de la glabelle, tandis que dans les formes moins anciennes, celle-ci est plus réduite.

Les *Olenellus*, comme les *Paradoxides*, nous offrent encore certaines particularités importantes au point de vue auquel nous nous plaçons. Leurs yeux, au lieu d'être composés comme ceux des Arthro-

podes et même de la plupart des Trilobites (fig. 6), sont constitués seulement par une bande visuelle, une simple surface sans lentille (fig. 7). Une disposition analogue est connue chez quelques formes vivantes de Crustacés qui se trouvent actuellement cantonnées dans les grandes profondeurs de l'Atlantique ¹. Il y a là une appropriation qui ne se produit qu'à la suite de modifications dans les organes visuels de genres dont les yeux étaient conformés primitivement comme ceux des autres Arthropodes.

MM. Suess ² et Neumayr ³ ont voulu tirer de cette disposition des yeux des *Olenellus* et des *Paradoxides* la conclusion que la faune primordiale était une



Fig. 5.
Agnostus rex,
d'après Barande.



Fig. 6.
Œil composé
de *Dalmanites*,
d'après Barande.

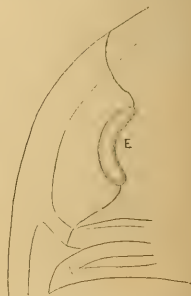


Fig. 7.
Œil de *Paradoxides spinosus*,
d'après Barrande.

faune de mer profonde. Sans nous arrêter à cette opinion qui n'est rien moins que prouvée, nous ferons remarquer que, d'après ce que nous savons, cette modification du système visuel correspond à une certaine évolution. Pour qu'elle s'observe chez les *Olenellus* et les *Paradoxides*, il faut qu'il se soit écoulé, entre l'apparition des types souches de ces deux genres et le moment où se montrent ces formes, un temps nécessaire à l'évolution de ces yeux.

L'étude des yeux dans d'autres genres primordiaux nous conduit encore aux mêmes conclusions. On trouve, en effet, dans les mêmes couches cambriennes, des espèces de *Conocoryphe* adultes avec des yeux, et d'autres sans yeux (fig. 8). Pour qu'il en soit ainsi, il faut qu'il y ait, d'une façon ou d'une autre, modification du type *Conocoryphe* primitif : ou celui-ci n'avait pas d'yeux et ces organes

¹ Voir les résultats des dragages opérés à de grandes profondeurs par les expéditions scientifiques anglaises et françaises.

² Das Antlitz der Erde, t. II, p. 272.

³ Erdgeschichte, t. II, p. 42.

n'ont apparu qu'à la suite de l'évolution, ou bien, au contraire, certaines espèces sont devenues aveugles. Quelque cause qu'il faille attribuer à cette cécité, elle vient encore à l'appui de la conclusion que nous avons déjà énoncée.

Les études dont les gisements cambriens ont été l'objet depuis de longues années, ont permis de reconnaître que si, d'une manière générale, la faune cambrienne est sensiblement la même partout, quand on la prend dans son ensemble, elle n'est pas cependant identique à elle-même dans toutes les régions où on l'a rencontrée. Dans les continents septentrionaux, tels que l'Amérique du Nord, l'Angleterre, les Pays scandinaves, on a pu établir



Fig. 8. — *Conocoryphe covanata*, (casque aveugle), d'après Barrande.

dans le Cambrien trois divisions dont l'inférieure est caractérisée par la présence du genre *Olenellus*, tandis que la seconde est riche surtout en *Paradoxides* et la troisième en *Olenus*. Dans l'Europe centrale et méridionale (Bohême, Sardaigne, Languedoc, Espagne), il n'y a guère que la division moyenne qui soit bien connue. Ce ne serait pas une raison suffisante pour qu'on fut autorisé à distinguer les deux régions septentrionale et méridionale, car c'est un caractère négatif et l'on peut arriver un jour ou l'autre à rencontrer dans la dernière les genres caractéristiques des étages inférieur et supérieur. Mais ce qui justifie pleinement cette distinction, ce sont les caractères des *Paradoxides*. En effet, ceux de la région septentrionale forment un groupe dans lequel les yeux sont plus petits et placés plus haut que dans les *Paradoxides* de la région méridionale. De plus, parmi les *Paradoxides* d'une même région, il y a un certain nombre de formes très voisines les unes des autres, mais qui semblent être cantonnées chacune, pour ainsi dire, dans une province. Elles sont, suivant l'expression adoptée, *représentatives* les unes des autres. Dans l'état actuel de la nomenclature scientifique, on les a désignées sous des noms spécifiques différents; mais, en réalité, ce sont de simples variétés. Elles dérivent certainement toutes d'un même type, qui s'est modifié différemment selon les conditions physiologiques locales. Comme ces variétés sont sensiblement synchroniques, elles nous conduisent encore à admettre l'évolution des Trilobites antérieurement à l'époque cambrienne.

D'ailleurs, nous pouvons nous-même suivre l'évolution des *Paradoxides*. En effet, d'après M. Matthew, les espèces qui apparaissent les premières sont

petites; les dimensions vont en croissant à mesure que l'on s'élève dans la série stratigraphique. Cette évolution aboutit à des formes relativement gigantesques, telles que *Par. Regina* Matthew, qui mesure 44 centimètres de long sur 45 cent. de large. Partout d'ailleurs où a été trouvée la faune dite *primordiale*, on a rencontré des vestiges d'individus de très grande taille. Comme à ces très grandes formes ne succède aucun autre *Paradoxides*, il semble que nous ayons à constater, dès cette époque reculée, l'effet d'une loi bien connue, d'après laquelle certains organismes tendent durant le cours de leur évolution à atteindre un maximum de développement. Dès qu'ils y sont parvenus, ils disparaissent sans qu'il y ait dégénérescence, uniquement par arrêt des fonctions reproductrices. Cette loi, qui semble exister également pour d'autres genres de Trilobites tels qu'*Asaphus* et *Illenus* de la faune seconde, est vérifiée pour bien des groupes (ammonites, reptiles secondaires, certains mammifères tertiaires).

Dans ce qui précède, l'étude des caractères propres aux Trilobites du Cambrien nous a amenés à conclure que ceux-ci présentaient des indices certains d'une évolution antérieure à l'époque où ils ont vécu. Par cela même, nous sommes conduits à penser qu'il a dû vivre, antérieurement à la faune dite *primordiale*, une faune pouvant renfermer les types ancestraux des formes les plus anciennes que nous connaissons actuellement.

Voyons maintenant à quelles conclusions nous porte l'étude des sédiments plus anciens que le Cambrien.

II

Nous avons rappelé, au début de cet article, que sous l'étage cambrien, se trouve une série d'assises réputées azoïques. Elle commence, en partant des couches les plus récentes, par des schistes compacts passant aux phyllades et des grès passant aux quartzites. Puis, viennent des schistes à surface miroitante, dits autrefois talcschistes ou schistes talqueux, qui constituent l'étage des schistes à séricitite; enfin, à la séricitite ou mica hydraté, succède peu à peu le mica noir, en même temps que la roche devient plus cristalline: alors commence la série cristallophyllienne comprenant, à la partie supérieure, les schistes micacés et, à la partie inférieure, les gneiss avec leur cortège habituel d'amphibolites, de pyroxénites, etc.

Jusqu'ici, les schistes et les grès précambriens n'ont pas fourni de traces d'organismes déterminables. Mais il n'y a aucune raison apparente pour que ces assises soient azoïques, et elles nous fourniront peut être, un jour ou l'autre, une faune encore inconnue. Quant aux horizons sous-jacents

ils offrent déjà des indices de cristallinité, et par suite, sont moins propres à conserver les traces des organismes fossiles.

Les premières roches cristallines commencent dans l'étage des schistes à sérécite; la sérécite forme des lits très minces, entre lesquels s'en trouvent d'autres plus épais, constitués uniquement par des grains de quartz dont un certain nombre offre des contours cristallins. C'est encore la même disposition des éléments que dans les schistes; mais il y a eu transformation de l'argile en sérécite.

Au-dessous se voient les schistes micacés dans lesquels les lits de sérécite sont remplacés par des lits de mica noir; la structure est la même que dans la roche précédente; mais la cristallinité est bien plus accusée. Puis ces schistes micacés se chargent peu à peu de feldspath et passent ainsi insensiblement aux gneiss, dans lesquels il y a alternance de lits de mica noir et de lits constitués par une association de cristaux incomplets de quartz, de feldspath et de mica blanc. Cette dernière association rappelle beaucoup la structure de la roche éruptive dite granulite.

Les micaschistes et les gneiss forment par leur ensemble la série cristallophyllienne; mais on y rencontre encore des roches constituées par une association d'amphibole, de quartz et quelquefois de feldspath: ce sont les amphibolites qui ne font défaut à aucune série cristallophyllienne, quelle que soit la région étudiée. Souvent encore, il y a d'autres roches où le pyroxène joue le même rôle que l'amphibole dans les amphibolites: ce sont les pyroxénites. Enfin, au milieu des assises les plus cristallines se voient des lentilles de calcaire cristallin ou cipolin, dont l'épaisseur peut être considérable.

Si la série cristallophyllienne est le seul système composé uniquement d'éléments cristallins, cela ne veut pas dire qu'au milieu des assises les plus franchement sédimentaires, on ne puisse trouver parfois des roches à structure cristalline et à stratification bien nette rappelant celles que nous venons d'étudier. Mais ici, nous nous trouvons en présence de phénomènes de métamorphisme.

Vaguement pressentis, et mal définis par les géologues de la première moitié de ce siècle, ces phénomènes, depuis l'emploi du microscope dans l'étude des roches, ont été l'objet, dans ces dernières années, de nombreux travaux dus à MM. Brögger en Suède, Lehmann, Lössen et Rosenbusch en Allemagne, Michel Lévy et Barrois en France. Il serait trop long d'entrer dans la discussion des différentes théories émises à ce sujet; nous nous contenterons d'exposer les faits qui ont

le plus de rapport avec ce que nous observons dans la série cristallophyllienne.

Lorsqu'une roche éruptive, telle que le granite ou la granulite a traversé un schiste, elle a provoqué le développement, dans ce schiste, de paillettes de mica noir, et les grains de quartz de la roche sédimentaire sont nourris, c'est-à-dire que de la silice nouvelle s'est déposée autour d'eux. Dans le voisinage immédiat de la roche éruptive, les phénomènes sont très accusés et la roche qui résulte de ce métamorphisme est un vrai schiste micacé. Au contact du filon de granite ou de granulite, le feldspath de la roche éruptive a été entraîné, ainsi que M. Michel Lévy l'a démontré, jusque dans ces schistes micacés; alors on a affaire à une roche composée de feldspath, de mica et de quartz et dont tous les éléments sont disposés en feuillets comme dans le gneiss. Lorsque les schistes sont calcaires, il se développe en plus dans le voisinage immédiat du filon éruptif des cristaux d'amphibole et de pyroxène; parfois ces schistes se transforment en de véritables amphibolites, et les granites, qui en ont entraîné et pour ainsi dire dissous des débris, se chargent d'amphibole. Enfin, quand la roche éruptive traverse des calcaires, il y a formation de pyroxène et la roche sédimentaire passe à l'état de corne verte, roche essentiellement pyroxénique.

Tels sont les phénomènes bien établis de métamorphisme dus à l'action des roches éruptives acides, c'est-à-dire riches en silice. Ils nous permettent de reconnaître que, *sous l'influence de roches éruptives, des assises incontestablement sédimentaires, formées d'éléments détritiques, peuvent devenir cristallines.*

Si, partant de ces phénomènes de métamorphisme, nous nous reportons aux faits signalés dans l'étude des roches primitives, nous voyons bien des analogies apparaître, ce qui fait penser que les roches de la série cristallophyllienne ne sont en réalité que des roches métamorphisées; les schistes auraient été transformés en micaschistes et en gneiss, et les roches calcaires en amphibolites et en pyroxénites. Il est vrai que les filons de roches éruptives ne se montrent pas sous la forme qu'ils affectent lorsqu'ils traversent des roches sédimentaires plus récentes; mais cependant, on en retrouve tous les éléments entre chaque feuillet de gneiss, en petits lits parallèles à la schistosité. Dans ce cas, la roche schisteuse semble avoir été imprégnée lit à lit par la roche éruptive. Dans les termes de la série cristallophyllienne autres que le gneiss, la roche éruptive a pu agir, non par son contact, mais à distance, par les émanations (gaz et vapeurs) qui ont accompagné sa venue au jour.

Il est naturel que ces actions métamorphiques aient été d'autant plus puissantes que la période considérée était plus rapprochée de celle durant laquelle la Terre se trouvait à l'état incandescent, car, depuis, les émanations ont dû perdre peu à peu de leur importance. La croûte terrestre, durant sa formation, devait se rompre à de fréquentes reprises, permettant ainsi l'injection des roches fondues et des vapeurs qui les accompagnaient dans les parties déjà solidifiées. Ce fait explique comment, lorsque les premières assises franchement sédimentaires se sont formées, elles ont pu être métamorphosées successivement et, pour ainsi dire, au fur et à mesure de leur dépôt.

On a pu reconnaître par les discordances de stratification que peu avant le dépôt des assises renfermant la faune dite primordiale, il y avait eu des soulèvements importants du sol. Il n'y a aucune raison pour qu'une injection de roches granitiques ou granulitiques dans les dépôts sédimentaires antérieurs, n'ait pas correspondu à ce mouvement, ce qui expliquerait pourquoi les gneiss et les schistes cristallins sont si rapprochés des assises cambriennes.

L'étude pétrographique des assises azoïques antérieures au Cambrien aboutit donc à cette conclusion qu'elles ne se présentent pas à nous avec la structure qu'elles avaient lors de leur formation, mais qu'elles ont pu se déposer dans les

mêmes conditions que celles de toutes les autres assises sédimentaires et par cela même renfermer des formes organiques. Ce n'est que par suite d'un métamorphisme intense qu'elles ont changé de nature.

Les travaux récents de Paléontologie et de Pétrographie concourent donc à nous faire croire qu'il a pu exister, avant la faune que nous avons considérée comme primordiale, une faune plus ancienne, ainsi que le pensaient *à priori* les évolutionnistes. Mais rien ne nous permet encore de nous faire une idée de ce que pourraient avoir été ces formes tout à fait primitives. Cette faune, d'ailleurs, aurait pu commencer à paraître longtemps avant l'époque cambrienne, car l'épaisseur des gneiss, telle que nous l'évaluons, est considérable (et peut-être celle que nous leur attribuons n'est-elle qu'une faible partie de leur épaisseur réelle) et peut correspondre à une longue série de dépôts¹. Ces conclusions reculent de beaucoup la date de l'apparition de la vie; mais de plus, elles nous conduisent à la conviction que jamais on ne trouvera la faune vraiment primordiale et encore moins l'*archétype* d'où seraient descendues toutes les formes organiques qui couvrent la Terre.

J. Bergeron,

Docteur en sciences.

LA SYNTHÈSE DES ALCALOÏDES NATURELS

Les alcaloïdes naturels sont des composés organiques azotés, extraits des sucres végétaux ou des tissus animaux, qui s'unissent aux acides, à la façon de l'ammoniaque, pour donner des sels.

I. — PREMIÈRES RECHERCHES

Séguin et Derosne en 1803, Sertuerner en 1804 obtinrent les premiers alcaloïdes connus, qu'ils retirèrent de l'opium; mais ils n'attachèrent pas à cette découverte toute l'importance qu'elle méritait. On admettait à cette époque que la Nature ne pouvait produire que des composés neutres ou acides, et l'on attribua l'alcalinité des nouveaux composés à l'action ou à la présence des réactifs employés pour les extraire. C'est seulement en 1817 que Sertuerner, rompant nettement en visière au préjugé, démontra, dans un mémoire célèbre, l'alcalinité propre de la morphine.

A partir de ce moment les découvertes se succèdent rapidement. Pelletier et Caventou extraient en 1818 la strychnine de la fève de Saint-Ignace;

en 1820, ils retirent la quinine et, en 1821, la cinchonine de l'écorce de quinquina.

Il est nécessaire de faire remarquer l'importance énorme, au point de vue médical, qu'eurent ces découvertes, principalement celle de la quinine.

Quand les plantes médicinales sont employées à l'état d'extraits, aqueux ou alcooliques, d'infusions ou de macérations, de teintures et alcoolatures, on fait absorber au malade, outre la ou les substances actives, une quantité infiniment plus grande de substances sans action déterminée; de plus, les rapports pondéraux entre ces deux sortes

¹ On a distingué dans les gneiss deux horizons: les gneiss gris à la base et les gneiss granulitiques à la partie supérieure. Certains auteurs ont pensé que les roches de l'horizon inférieur représentaient la première croûte qui se serait formée à la surface de la Terre, lorsqu'elle commença à se solidifier. Mais il y a tous les passages entre ces variétés de gneiss, et le processus de leur formation semble bien avoir été le même. D'autre part, il est bien invraisemblable que les dislocations de l'écorce terrestre aient amené au jour les plus anciennes roches qui se soient formées et, par suite, les plus profondes.

de substances sont essentiellement variables et dépendent d'une foule de circonstances telles que le lieu et la date de la cueillette ou l'habileté du droguiste. Au lieu de cela l'alcaloïde, une fois obtenu à l'état de pureté et dûment étudié au point de vue physiologique et thérapeutique, est toujours comparable à lui-même et ne trompera jamais celui qui l'emploie.

Il serait cependant regrettable que l'usage trop exclusif des alcaloïdes fit abandonner complètement les préparations de l'ancienne pharmacopée, dont certaines sont encore très précieuses. Les extraits des plantes sont des mélanges très complexes dont l'alcaloïde connu et généralement employé, forme la portion la plus importante, mais non pas la seule active; il se trouve parfois à côté de lui d'autres composés dont l'activité extrême compense la faible proportion. Il peut même arriver qu'un extrait, qui contient plusieurs alcaloïdes, ait une action très différente de celle du plus répandu d'entre eux; c'est le cas de l'extrait thébaïque et de la morphine.

Les tissus et les liquides des animaux contiennent également, à l'état normal, des alcaloïdes. Leur existence fut niée pendant très longtemps. Liebig professait que les organismes animaux ne pouvaient donner naissance qu'à des acides ou à des corps neutres. Aussi rangeait-il dans la classe des amides des composés tels que la xanthine, la sarcosine, la créatine, — ce qui le conduisait à faire un nitrile de la créatinine, qui est une base énergique (sa solution bleuit le tournesol), sous prétexte qu'elle se forme en partant de la créatine par perte d'une molécule d'eau.

Ces idées sont abandonnées aujourd'hui, principalement grâce aux travaux de M. Armand Gautier. Ce savant a montré que les muscles des animaux contiennent à l'état normal, outre de la créatine et de la créatinine, des bases voisines de cette dernière, qu'il a nommées leucomaines, et dont certaines possèdent une toxicité très nette.

On peut aussi considérer comme alcaloïdes animaux certaines bases organiques, produites par le dédoublement ou la destruction de principes contenus dans l'organisme. Nous citerons : la *taurine*, extraite, en 1826, de la bile par Gemlin; la *choline*, produit de dédoublement des acides biliaires, isolée par Strecker, en 1843, qu'on a trouvée très voisine de la *névrine*, obtenue en 1863 par Liebreich, dans le dédoublement de la lécithine du cerveau.

Enfin les microbes produisent, aux dépens de leurs bouillons de culture ou des tissus sur lesquels ils vivent, des alcaloïdes, en général extrêmement toxiques, auxquels on a donné le nom générique de *toxines*. Les mieux connues d'entre

elles sont les *ptomaines*, ou alcaloïdes de la putréfaction, qui ont été découvertes simultanément par MM. Armand Gautier et François Selmi et qui ont été ensuite étudiées par MM. Gautier et Etard et par M. Brieger.

Tandis que l'étude des alcaloïdes végétaux est très avancée et a rendu à la thérapeutique de nombreux services, celle des toxines est encore dans l'enfance. Mais cette étude doit marcher parallèlement avec la bactériologie, et l'on peut déjà prédire que, dans un avenir prochain, elle formera un chapitre important de la chimie biologique et sera pour la thérapeutique un précieux auxiliaire.

Quand une espèce chimique a été préparée à l'état de pureté et analysée, que ses propriétés ont été déterminées, tant au point de vue des constantes physiques que des réactions chimiques, son étude n'est pas encore terminée. Il faut encore établir sa *constitution chimique*, c'est-à-dire démêler de quelle manière sont unis entre eux les atomes qui constituent sa molécule. Le but final vers lequel tendent toutes ces études si délicates est de reproduire à l'aide des matériaux dont nous disposons et des méthodes de travail de la chimie, l'édifice que la Nature a construit, en un mot, de réaliser la synthèse totale du composé, en partant, soit des éléments, soit de composés dont la synthèse a déjà été faite.

Les composés existant dans la matière vivante, ou provenant de sa destruction par les agents physiques et chimiques, ont été synthétisés pour la plupart au cours des travaux célèbres de Liebig et Wöhler, de Berthelot, de Würtz, de Baeyer et de ceux, tout récents, d'Émile Fischer; cependant la classe des alcaloïdes naturels a jusqu'ici résisté presque en entier; le grand nombre des atomes contenus dans les molécules des corps, la complexité de leurs fonctions chimiques rendant la tâche extrêmement ardue.

Un certain nombre de succès et beaucoup de résultats intéressants ont été cependant obtenus; c'est leur histoire que nous allons retracer rapidement.

II. — SYNTHÈSES PARTIELLES.

Il arrive parfois qu'en faisant subir à un composé, qui nous est fourni par la Nature, une suite de transformations chimiques plus ou moins compliquées, on obtient un corps identique à un autre produit naturel; on dit alors qu'on a fait la *synthèse partielle* de ce dernier. Le jour où l'on réalise la synthèse totale du premier, on transforme la synthèse partielle du second en une synthèse totale.

Ainsi l'aniline a été obtenue pour la première fois dans la distillation de l'indigo avec de la chaux;

on a fait plus tard une synthèse partielle de l'aniline en la préparant au moyen de la benzine du goudron de houille; cette synthèse est devenue totale quand M. Berthelot a fait la synthèse de la benzine à l'aide de l'acétylène.

Nous citerons parmi les synthèses partielles d'alcaloïdes celles qui nous paraissent les plus intéressantes :

1° Celle de la créatinine réalisée par Liebig en traitant la créatine par l'acide chlorhydrique concentré et bouillant. Cette synthèse est devenue totale depuis que Volhard a obtenu la créatine en combinant ensemble la sarcosine et la cyanamide. La synthèse de la sarcosine avait été faite, au préalable, au moyen de l'acide monochloracétique et de la méthylamine.

2° Celle de la codéine au moyen de la morphine. M. Grimeux : démontra par cette synthèse que la codéine est l'éther méthylique de la morphine et qu'il y a entre ces deux bases le même rapport qu'entre le phénol C^6H^5-OH et l'anisol $C^6H^5-OCH^3$. — Ce procédé a été fécond entre les mains de M. Grimaux; il a reconnu que le même rapport avait encore lieu entre la cupréine et la quinine, ce qui lui a permis de réaliser, en commun avec M. Arnaud, la synthèse de la quinine.

Quand on a dédoublé au moyen d'un réactif un alcaloïde en un certain nombre d'autres composés et qu'on peut recombinaison ces composés en reproduisant l'alcaloïde primitif, on en fait une synthèse partielle.

L'atropine se dédouble en une base nouvelle, la tropine et en acide tropique; M. Rugheimer a pu recombinaison ces deux corps et reproduire l'atropine. On a extrait de la jusquiame une base nommée l'hyosциamine, qui ne diffère de l'atropine que par son pouvoir rotatoire et ses propriétés physiques et qui se dédouble également en acide tropique et tropine. M. Ladenburg a réussi à transformer l'atropine en hyosциamine en la maintenant plusieurs heures à la température de 120° . Il travaille sans relâche à la synthèse de la tropine, ce qui lui permettrait de rendre totales les deux synthèses partielles de l'atropine et de l'hyosциamine.

Les synthèses partielles peuvent avoir parfois des applications très intéressantes, témoin celle de la cocaïne. Cet alcaloïde est actuellement très répandu comme anesthésique local; c'est l'éther méthylique d'un acide aisément dédoublable en acide benzoïque et une base nouvelle, l'ecgonine. On a réussi, en traitant l'ecgonine par le chlorure de benzoyle et éthérifiant la benzoylécgonine ainsi obtenue, au moyen de l'alcool méthylique et de l'acide chlorhydrique sec, à reproduire la cocaïne.

Or, la cocaïne est accompagnée, dans la feuille de coca, d'un grand nombre d'alcaloïdes d'une

constitution analogue à la sienne, mais qui ne possèdent pas ses propriétés thérapeutiques. Il se trouve que tous ces alcaloïdes sont dédoublables en ecgonine, alcool méthylique et un acide aconitique, qui n'est pas l'acide benzoïque. On décompose le mélange des bases, on en retire toute l'ecgonine, et on la transforme ensuite en cocaïne, comme nous l'avons indiqué. On arrive, grâce à cette synthèse partielle, à extraire de la feuille de coca beaucoup plus de cocaïne qu'elle n'en contient, résultat qui peut paraître paradoxal.

III — SYNTHÈSES TOTALES.

Les synthèses totales d'alcaloïdes naturels sont aujourd'hui fort rares. Nous avons déjà cité celles de la créatine et de la créatinine.

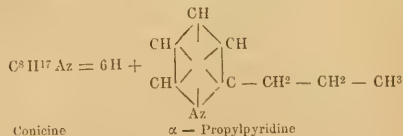
La muscarine a été extraite par Schmiedeberg de la fausse-oronge; cet auteur a pu réaliser sa synthèse en oxydant la névrine par l'acide nitrique.

La bétanine a été retirée en 1866 par Schiller de la mélasse de betterave. Liebreich a pu la reproduire en 1869 en traitant la triméthylamine par l'acide monochloracétique. On l'obtient également au moyen du glycocole et de l'iode de méthyle.

La xanthine est un alcaloïde qui a été trouvé dans la chair musculaire et dans l'urine des animaux; elle a été reproduite par M. Armand Gautier en chauffant ensemble en tube scellé de l'acide cyanhydrique et un excès d'acide acétique étendu.

La conicine, alcaloïde volatil et non oxygéné, extrait en 1827 par Giesecke de la grande ciguë (*Conium maculatum*), n'a pas par elle-même une grande importance, mais les travaux de M. Hofmann et sa synthèse par M. Ladenburg ont appelé sur elle l'attention des chimistes.

En distillant la conicine avec la poudre de zinc, M. Hofmann remarqua qu'elle perdait six atomes d'hydrogène et se transformait en une nouvelle base, la conyryne, qu'il reconnut identique à l' α -propylpyridine, ce qui l'induit à admettre que la conicine était l' α -propylpipéridine :

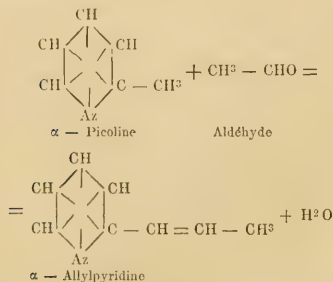


Il annonça même avoir reproduit la conicine au moyen de la conyryne et de l'acide iodhydrique et réalisa ainsi une synthèse partielle de l'alcaloïde naturel.

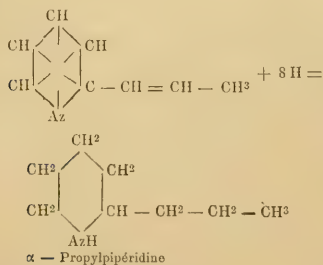
Peu de temps après, M. Ladenburg découvrit un procédé permettant d'obtenir des dérivés α -substitués de la pyridine, et sa méthode d'hydrogénation

si précieuse pour transformer les composés pyridiques en dérivés correspondants de la pipéridine.

En chauffant en tube scellé l' α — picoline avec de paralaldéhyde, polymère de l'aldéhyde ordinaire, il parvint à préparer une nouvelle base : l' α — allylpyridine :



En hydrogénant cette base par le sodium et l'alcool absolu bouillant, il lui fit fixer huit atomes d'hydrogène et la transforma en α — propylpipéridine :



L' α propylpipéridine possède toutes les propriétés physiques, chimiques et physiologiques de la conicine, sauf une, le pouvoir rotatoire. La conicine possède un fort pouvoir rotatoire à droite, l' α — propylpipéridine est inactive, mais M. Ladenburg a pu démontrer qu'elle constituait une combinaison de la conicine naturelle avec son isomère possédant le même pouvoir rotatoire à gauche. Il prépara le bitartrate d' α — propylpipéridine, en fit une solution saturée, puis y projeta un petit cristal de bitartrate de conicine, ce qui détermina une cristallisation de bitartrate de conicine droite, tandis qu'il restait dans les eaux-mères un bitartrate de conicine gauche.

C'est jusqu'ici la seule synthèse d'un alcaloïde naturel actif sur la lumière polarisée.

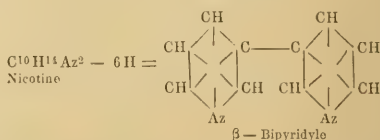
IV. — TENTATIVES DE SYNTHÈSES

Actuellement beaucoup de savants s'occupent d'établir les constitutions chimiques des divers alcaloïdes et s'essayent à leur synthèse. Tous les

jours la question fait un pas nouveau; on peut dire que certains alcaloïdes sont maintenant assez bien connus pour que leur reproduction ne soit plus qu'une question de temps. On a pu préparer synthétiquement nombre de leurs produits de dédoublement, ainsi que les principaux groupements atomiques qui concourent à la formation de leurs molécules.

On sait actuellement que la plupart des alcaloïdes importants se rattachent aux deux séries de la pyridine et de la quinoléine; ces deux séries ont été depuis une dizaine d'années l'objet d'un nombre colossal de travaux, qui ont conduit à une foule de procédés de synthèse de leurs dérivés.

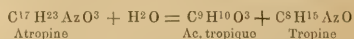
La nicotine, alcaloïde extrait du tabac, qui a été, il y a une dizaine d'années, l'objet d'un beau travail de MM. Cahours et Etard, se rattache à la série de la pyridine. On a démontré depuis qu'elle était un dérivé hexahydrogéné du β — bipyridyle :



Ce β bipyridyle a été obtenu synthétiquement par MM. Skraup et Cobenzl; ils l'ont réduit dans l'espoir de reproduire la nicotine; ils ont obtenu un composé qui est simplement isomère avec la nicotine, mais qui joint de ses propriétés physiologiques; ils l'ont appelé la *nicotidine*.

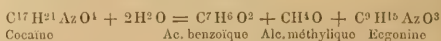
L'atropine et la cocaïne, dont nous avons déjà parlé à propos des synthèses partielles, sont les plus importants des alcaloïdes dérivés de la pyridine.

L'atropine peut être dédoublée en une base, la *tropine*, et un acide aromatique l'*acide tropique*.



La reproduction de l'atropine au moyen de ses deux composants a été réalisée par M. Rügheimer, et la synthèse de l'acide tropique par M. Ladenburg; il ne reste donc plus qu'à établir la constitution de la *tropine* et à la reproduire de synthèse.

D'un autre côté, la cocaïne a été décomposée en trois produits, acide benzoïque, alcool méthylique et une base nouvelle, l'*ecgonine* :



Les synthèses de l'alcool méthylique et de l'acide benzoïque ont été réalisées depuis longtemps, et M. Einhorn a réussi à recombinaison les trois corps en reproduisant la cocaïne; la synthèse de la cocaïne est donc ramenée à celle de l'*ecgonine*.

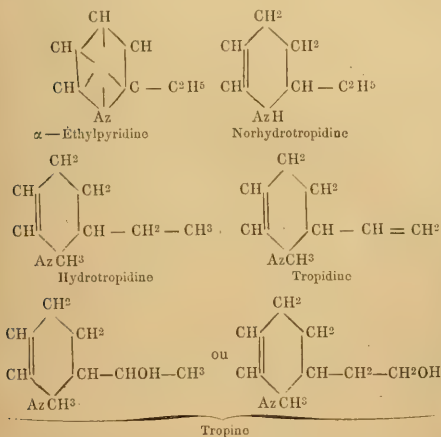
Or, il se trouve que la tropine et l'ecgonine ne diffèrent que par une molécule d'acide carbonique :



Ce rapprochement n'est d'ailleurs pas accidentel ; les deux bases sont capables de perdre chacune une molécule d'eau en donnant la tropine, la *tropidine* $C^8H^{13}Az$ et l'ecgonine, l'*anhydroecgonine* $C^9H^{13}AzO^2$; M. Einhorn a réussi à transformer cette dernière en tropidine avec départ d'acide carbonique.

On peut donc dire que la formule de constitution de la tropine est la clef de celles de l'atropine et de la cocaïne.

M. Ladenburg s'est livré à l'étude de cette base si importante avec une persévérance et un esprit de suite remarquables ; il a transformé par réduction la tropidine en hydrotropidine $C^8H^{15}Az$ et a démontré que ce composé était une base tertiaire, contenant un groupe CH^3 lié à l'atome d'azote ; il a obtenu la base secondaire correspondante, la *nor-hydrotropidine* $C^7H^{13}Az$ et a pu la transformer en α -éthylpyridine. Ces réactions l'ont conduit à donner à ces divers composés les formules de constitution suivantes :

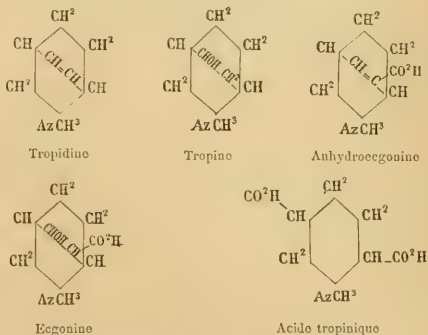


Il a entrepris résolument la synthèse de ces deux composés et, après de longues et patientes recherches, y est arrivé ; aucun d'eux n'est identique à la tropine.

Ce résultat s'explique si l'on admet, comme le fait dans un mémoire tout récent M. Merling, que la tropine et la tropidine possèdent des formules différentes de celles admises par M. Ladenburg. En effet M. Merling fait voir que ces formules ne rendent pas compte de certains faits observés par M. Ladenburg lui-même, tels que la formation du *tropilène*, qui est de l'aldéhyde tétrahydrobenzoïque ; de

même l'oxydation de la tropine, qui donne un acide bibasique, l'acide tropinique, et la présence de l'aldéhyde dihydrobenzoïque dans les produits de décomposition de l'anhydroecgonine, ne peuvent pas se comprendre avec les formules de M. Ladenburg.

M. Merling propose des formules qui rendent compte de tous ces faits et qui sont les suivantes :



Ces formules, qui montrent que la molécule de la tropine peut se rompre en donnant tantôt un dérivé de la pipéridine, tantôt un composé hydroaromatique, sont extrêmement ingénieuses et très probables ; malheureusement on ne connaît actuellement aucune méthode permettant de reproduire synthétiquement de semblables composés.

A la série de la quinoléine appartiennent la *cinchonine*, la *cupréine* et son éther méthylique, la *quinine*. Un savant autrichien, M. Skraup, a fait de la cinchonine et de la quinine une étude très approfondie ; il a préparé un grand nombre de leurs produits de dédoublement et a fait la synthèse du plus important d'entre eux, la *quinoléine*, en déshydratant par l'acide sulfurique un mélange d'aniline, de glycérine et de nitrobenzine. Cette synthèse a fait faire un pas énorme à l'étude de cette base et a permis d'en préparer une multitude de dérivés.

Enfin la morphine se rattache à une série toute différente, étudiée actuellement par M. Knorr, le savant chimiste qui a découvert l'antipyrine, ce médicament si intéressant ; il a réussi à produire un certain nombre de composés dont la constitution est voisine de celle de la morphine.

On peut se rendre compte par ce court exposé de l'état où se trouve actuellement cette question si passionnante de la synthèse des alcaloïdes naturels ; et si l'on songe que la plupart des travaux que nous venons d'esquisser n'ont pas dix ans de date, il est permis d'espérer que le but ne tardera pas à être atteint.

L. Bouveault,
Docteur en sciences,

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Thurston. (Robert-H.) *Directeur du Sibley College.*
A Manual of the steam Engine for Engineers and practical schools. (*Manuel de la Machine à vapeur pour les Ingénieurs et les Ecoles pratiques*) — Première partie : *Structure et théorie*, un vol. (30 fr.) John Wiley and Sons, New-York, 1891.

Voici un ouvrage qui résume tout l'ensemble des connaissances humaines concernant la machine à vapeur. Au premier paragraphe de sa préface, l'auteur dit : « Dans l'ouvrage dont nous publions le premier volume, on a essayé de condenser les faits essentiels et les principes constitutifs de la théorie de la machine à vapeur, tant dans sa forme idéale, telle que la concevaient les anciens auteurs, que dans sa forme réelle, familière aux praticiens; et aussi de donner les méthodes et les faits les plus importants relatifs à la rédaction des projets, à l'exécution, à la conduite, à l'entretien et à l'épreuve de cette machine. La première partie renferme les faits saillants de sa théorie et un historique de son développement graduel depuis les formes rudimentaires des premiers temps jusqu'aux types élégants et économiques familiers à l'ingénieur d'aujourd'hui; en outre une description de la structure générale de la machine moderne et de celle des diverses espèces en particulier. » Cet ouvrage s'adresse aux ingénieurs qui construisent des machines comme à ceux qui veulent les étudier, en connaître la structure, et la physiologie. Un grand succès lui est assuré dans les pays où l'on parle la langue anglaise et chez les étrangers qui la comprennent. L'impression en est excellente et les nombreuses figures dans le texte réussies sous tous les rapports.

M. Thurston débute par l'histoire de la machine à vapeur, qu'il n'a eu qu'à résumer de son excellent ouvrage traduit en français par M. J. Hirsch. Puis il expose la structure de la machine, moderne généralisant les développements donnés dans un petit livre paru en 1888 et intitulé : *Stationary steam engines especially as adapted to electric lighting purposes*; il s'occupe autant des machines transportables marines ou locomotives que des machines fixes, locomobiles, quel que soit l'usage auquel elles sont adaptées. Il arrive ensuite à la philosophie de la machine à vapeur, aux principes chimiques, physiques, mécaniques, thermodynamiques qu'elle met en valeur ou en lumière; il distingue la machine idéale qui a fait l'objet des études de Carnot, Rankin et Clausius, de la machine réelle sur laquelle se sont exercés les illustres expérimentateurs Clark, Hirn, Isherwood et dont la théorie pratique, même sous sa forme la plus moderne, n'est pas encore complète. Les principes généraux de la thermodynamique sont exposés magistralement avec beaucoup de clarté, sans que jamais soit oublié l'objet principal du livre, l'application à l'art de l'ingénieur. La machine idéale définie, vient l'analyse des pertes inévitables dans une machine réelle et l'étude des diverses sortes de rendement (*efficiency*), question qui a fait l'objet des profondes méditations de l'auteur au grand avantage des praticiens, avec l'exposé des conditions du maximum de rendement total définitif de la machine. Le dernier chapitre y donne des développements originaux découlant chez l'auteur autant de bon sens que de science allée à une expérience consommée.

Toutes les questions qui intéressent les praticiens autant que les théoriciens y sont touchées et résolues dans l'étendue de nos connaissances actuelles. L'enveloppe, les conditions de son maximum d'efficacité

découvertes par l'auteur, son application aux machines à un et à plusieurs cylindres; la multiplication des cylindres et ses effets sur l'économie de la machine; la surchauffe, ses limites, ses effets; l'influence de l'espace mort, de la compression; la détente et ses conditions économiques; tout ce qui intéresse le constructeur ou le propriétaire d'une machine est étudié à fond de manière que l'ingénieur y trouve un guide sûr, et un conseil prudent.

Nous saisissons l'occasion de remercier M. Thurston de la large place qu'il a bien voulu donner à notre formulaire de la théorie pratique de la machine à vapeur. Nous souhaitons que le second volume, le Manuel du constructeur, paraisse bientôt, afin de démontrer, contrairement à ce que disent les demi-praticiens, que les travaux expérimentaux des dernières années ne sont pas restés stériles pour la construction des machines.

Le Manuel de M. Thurston est le premier essai d'une théorie d'application pour la machine réelle. La théorie de la machine idéale est achevée; elle l'a été par Rankine et Clausius; il fallait y souder celle de la machine réelle qui n'est pas encore complète, il est vrai, mais qui est déjà assez avancée pour rendre de grands services à l'ingénieur, notamment pour l'éclairer sur la performance probable des machines dont il fait le projet. Dans l'état actuel de nos connaissances pratiques, c'était une œuvre hardie que de faire de la science pure la base des opérations les plus délicates, dans les projets et la construction des machines, en vue de les adapter le plus économiquement à leur but. M. Thurston était tout désigné pour l'entreprendre. Tout jeune, au sortir de l'Ecole, il a été occupé au bureau du Génie de l'ancien firm Thurston et Co, s'y est adonné à la rédaction des projets et à la construction des machines à vapeur en particulier, à un moment où s'y opérait une complète transformation. Il était avide de savoir et Rankine venait de publier son ouvrage de thermodynamique, où le désaccord est patent entre la théorie et la réalité. Il entra ensuite dans la Marine des Etats-Unis, et y resta tout le temps de la guerre à diriger sans relâche les machines, rude, mais instructif métier qui acheva son éducation. Durant ces années, Clark, Hirn, Isherwood étudiaient expérimentalement la machine réelle; leurs travaux furent mis en évidence par le professeur Cotterill dans son traité intitulé : « The steam engine as a heat engine », où s'introduit un essai de théorie des pertes inévitables dans les machines réelles; ceci était du moins de quelque utilité dans les ateliers. Mais il restait beaucoup à faire encore, des documents à réunir et surtout des données pratiques expérimentales. Devenu professeur, M. Thurston fut en mesure de participer à cette œuvre par ses études dans son Laboratoire; aujourd'hui il est en possession du premier laboratoire du monde. Il a fait des séries d'essais sur tout ce qui concerne la machine à vapeur et sa construction. Il a publié l'histoire du développement de la machine à vapeur, la philosophie de celle-ci, la traduction de l'immortel ouvrage de Carnot, la physiologie des machines les plus modernes, des travaux sur le frottement, sur les essais de machines et de chaudières, sur la résistance et les propriétés utilisables des matériaux, sur le mérite des enveloppes à vapeur et les conditions du maximum de leur effet utile. En revêtant d'un enduit particulier les surfaces condensantes, mais non frottantes, du cylindre, il a réduit à une quantité négligeable le champ des économies que l'on peut encore espérer; il a clos l'ère des perfectionnements.

Enfin le Manuel d'aujourd'hui, en rassemblant et résumant ses travaux précédents, couronne l'édifice et le livre au service public.

Qu'on ne s'attende pas à y trouver de ces formules de carnets qui sont simples, mais fausses et décevantes, incapables d'exprimer les phénomènes si complexes auxquels sont dues les pertes. M. Thurston n'a pas la prétention de connaître les vraies formules, mais celles qu'il propose conduiront les prévisions de l'ingénieur beaucoup plus près des réalités pratiques que les anciennes, même corrigées par des coefficients, ou que les nouvelles de la thermodynamique pure. Sans doute ses chiffres ne doivent pas être employés sans discernement. Un vrai praticien s'enquerra de leur provenance et saura déterminer lui-même les valeurs précises de ceux qu'il introduira dans les calculs de ses constructions. Dans ces conditions il trouvera dans le *Manuel* les matériaux nécessaires à la solution du problème qui se pose le plus généralement : Obtenir au meilleur marché, pratiquement parlant, une quantité voulue de travail mécanique, au moyen des calories contenues à l'état potentiel dans un combustible.

Pr V. DWELSHAUVERS-DERY.

2° Sciences physiques.

Bonel (A.), *Chef du service du contrôle à la Société française des télégraphes sous-marins. Guide pratique de télégraphie sous-marine, un vol. (3 fr. 50). J. Michelet, éditeur, 25, quai des Grands-Augustins Paris, 1891.*

Contrairement à ce que son titre semble promettre, ce petit ouvrage ne s'adresse qu'aux agents chargés de la transmission des signaux dans les stations télégraphiques desservies par des câbles sous-marins; il mérite néanmoins d'attirer l'attention d'un plus grand public, en ce moment où l'industrie de la télégraphie sous-marine, qui était jusqu'à présent à peu près monopolisée par l'Angleterre, tend à s'implanter sérieusement dans notre pays.

L'ouvrage de M. Bonel peut se diviser en trois parties. La première, comprenant trois chapitres, est consacrée à des généralités sur la constitution des câbles, les origines et la propagation de l'électricité, et à des définitions techniques. Elle forme, à nos yeux, un hors d'œuvre qu'il eût été préférable de supprimer. Les notions nécessairement fort restreintes que l'on y trouve seraient insuffisantes pour des personnes qui aborderaient pour la première fois l'étude de l'électricité et de la télégraphie, et ne sauraient, d'un autre côté, être d'aucune utilité à des agents que l'on doit supposer déjà pourvus de connaissances plus étendues. Nous aurions d'ailleurs à faire des réserves sur certaines idées, théoriques aussi bien que pratiques, qui y sont exposées. Le *Chatterton compound*, par exemple, dans la composition duquel entre également de la résine, est employé en vue, non de boucher les fissures qui peuvent se produire dans la gutta, mais de déterminer l'adhérence de la première couche de gutta sur le conducteur en cuivre, et celle des diverses couches de gutta entre elles. La conductibilité et la résistance électriques ne constituent pas deux propriétés distinctes des conducteurs, mais sont deux expressions différentes d'une seule et même propriété : l'une d'elles est exactement l'inverse de l'autre. Les définitions techniques manquent souvent de précision et même de rigueur; citons, en particulier, sans d'ailleurs y insister, celles de la densité électrique et de la capacité électrostatique.

La seconde partie, comprenant les chapitres IV à IX, est de beaucoup la plus intéressante et contient la description des principaux appareils de transmission en usage dans la télégraphie sous-marine.

Un chapitre entier est consacré au morse à double courant de Siemens : le transmetteur, le relais polarisé et le relais magnéto, dont le principe est emprunté, partie au siphon recorder, partie au relais

Brown-Allan, sont étudiés en détail; les précautions à prendre pour l'entretien des appareils sont indiquées avec soin et permettront aux agents d'éviter souvent et, dans tous les cas, de réparer plus rapidement les dérangements qui pourraient s'y produire.

Le siphon recorder de sir William Thomson est également l'objet d'une attention particulière de la part de l'auteur. Les modifications qui ont été apportées à cet appareil dans ces dernières années : remplacement des électro-aimants par des aimants permanents, suppression du moulinet électrique, entraînement du papier par un mouvement d'horlogerie, vibrateurs Cuttriss et White, sont décrites avec toute l'ampleur nécessaire. D'intéressants détails sur l'installation du recorder, son fonctionnement et les dérangements auxquels il est sujet, terminent ce chapitre.

L'auteur glisse plus légèrement sur l'ondulateur Lauritzen et le relais Brown-Allan qui sont cependant employés couramment par certaines Compagnies. Les appareils Estienne et Hérodote, destinés à enregistrer séparément les signaux produits par des courants de sens différent, sont mentionnés, bien qu'à notre connaissance, ils n'aient jamais été expérimentés sur une ligne sous-marine; d'autres appareils, tels que les relais d'Arincourt-Willot, Rambaud, les systèmes automatiques de décharge Godfrey et autres, etc., qui sont, il est vrai, en usage plutôt sur les lignes souterraines, ne sont même pas nommés.

Dans le chapitre consacré à l'appareil classique à miroir, l'auteur expose l'agencement imaginé en 1866 par Cromwell Varley pour la transmission des signaux sur le câble atlantique (condensateurs placés aux deux extrémités du câble, laissant la ligne complètement isolée), et l'explique par le désir d'éviter au câble de puissantes charges d'électricité qui eussent pu lui être préjudiciables. Il ne paraît pas inutile d'ajouter que Varley se proposait également d'affranchir le câble de l'action des courants telluriques très intenses qui circulent entre Valentia et Terre-Neuve et, qu'effet inattendu mais fort apprécié néanmoins, la vitesse de transmission fut augmentée ainsi dans une large proportion (1/3 pour le câble Brest-Saint-Pierre).

La troisième partie donne, en deux chapitres, la description des instruments employés pour les mesures électriques et les méthodes les plus usuelles pour la vérification périodique des lignes sous-marines. Nous ferons remarquer que les deux méthodes indiquées par l'auteur pour la mesure de l'isolement, sont identiques au fond et connues des électriciens sous le nom de méthode de substitution; la valeur de d , telle qu'elle est obtenue, à la page 147, ne pourrait être comparée à la constante c , mesurée comme il est expliqué à la page précédente. On prend de cette manière les déviations d et d_1 1° au moment où l'on met la source électrique en communication avec le câble, et 2° au bout du temps t compté en minutes, lorsque, pour le calcul de l'isolement, on veut faire usage de la

formule de Siemens $I = 26,06 \frac{t}{C \log \frac{d}{d_1}}$, C représentant

la capacité totale du câble. Mais cette méthode qui diffère réellement de la méthode de substitution n'est point décrite.

L'auteur donne quelques indications fort succinctes sur la recherche des fautes, ces opérations, en général fort délicates, étant du domaine exclusif des ingénieurs. Dans un appendice enfin sont exposées rapidement les méthodes duplex, Ailhaud et Muirhead.

L'ouvrage est illustré par de nombreux dessins fort bien exécutés et sera certainement lu avec fruit par les agents des Compagnies des câbles sous-marins, désireux de connaître à fond les appareils dont le maniement leur est confié. L'auteur améliorerait toutefois singulièrement son œuvre si, à une prochaine édition, il supprimait complètement la première et peut-être même la troisième partie, et s'il donnait en revanche à

la seconde, dans laquelle sa compétence est incontestable, les développements qu'elle mérite.

E. WUNSCHENDORFF.

Congrès international de Photographie de 1890, rapports et documents publiés par M. S. Pector. Gauthier-Villars et fils, 35 quai des Grands-Augustins, Paris, 1891.

M. Pector a eu l'heureuse idée de réunir en un volume tous les rapports et documents relatifs aux importantes questions traitées dans les séances du Congrès international de Photographie tenu à Paris l'an dernier.

Laissant de côté toute la partie historique et les documents officiels, nous tenons à signaler aux lecteurs de la *Revue*, les Mémoires présentés par M. A. de la Baume Pluvinet, sur le mode de mesure de la sensibilité des préparations photographiques; sur la définition et la détermination des constantes d'un objectif; et sur la détermination du rendement d'un obturateur. M. le commandant Legros a présenté un mémoire du plus haut intérêt, sur la détermination de la distance focale des objectifs. Enfin, M. le C^t Moëssard a fait un très beau travail sur la mesure de la clarté propre des objectifs.

C. NAUD.

Geisenheimer (Georges). — Sur les chlorures et bromures doubles d'iridium et de phosphore. — Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris. Imprimerie Gauthier-Villars, 35, quai des Grands-Augustins, Paris, 1891.

Les chlorures d'or et de platine sont susceptibles de former des chlorures doubles par leur union soit avec les chlorures alcalins, soit avec les chlorures de métalloïdes. On connaît de même des combinaisons des chlorures de potassium et d'ammonium avec les chlorures d'iridium, mais jusqu'ici on n'avait pas isolé de combinaisons de ces derniers chlorures avec les chlorures de métalloïdes : c'est cette lacune que M. Geisenheimer s'est proposé de combler.

L'auteur a pu isoler quatre chlorures doubles d'iridium et de phosphore, deux chlorures triples d'iridium, de phosphore et d'arsenic et un chlorure triple d'iridium, de phosphore et de soufre.

On retrouve dans la préparation de ces chlorures la tendance caractéristique de l'iridium à former des sels doubles de composition compliquée : c'est ainsi que le chlorure que l'on obtient le plus facilement répond à la formule :



Il se forme quand on fait réagir, en tubes scellés, le bioxyde d'iridium hydraté sur un mélange de trichlorure et de pentachlorure de phosphore. Les autres chlorures, de composition plus simple, s'obtiennent par décomposition de celui-là.

L'eau décompose ces chlorures doubles avec formation d'acides correspondants, analogues aux acides phosphoplatiniques de MM. Schutzenberger et Fontaine.

H. GAUTIER.

3^e Sciences naturelles.

Prunet (A.). — Recherches anatomiques et physiologiques sur les nœuds et les entre-nœuds de la tige des Dicotylédones. Thèse de la Faculté des sciences de Paris. Lagarde et Sébille à Toulouse, et Masson, 120, boulevard Saint-Germain, Paris, 1891.

De l'étude anatomique d'un très grand nombre d'espèces, M. Prunet conclut que, d'une manière générale, dans les nœuds des tiges ou des rameaux de l'année, les éléments des tissus parenchymateux, écorce, moelle, rayons médullaires, prennent plus d'importance que dans les entre-nœuds; ils réduisent leurs dimensions longitudinales et accroissent leurs dimensions transversales; la proportion des vaisseaux étroits augmente; les éléments scléreux sont réduits ou disparaissent, et sont remplacés par du parenchyme ou du collenchyme. Ces particularités doivent avoir pour résultat de faci-

ter les échanges liquides entre l'axe et ses appendices. D'ailleurs, après la chute des feuilles, les tissus de nouvelle formation ont sensiblement la même structure dans les nœuds et les entre-nœuds. De plus, dans les tiges souterraines, pourvues de feuilles rudimentaires à transpiration faible ou nulle, ces modifications sont très atténuées.

En passant, l'auteur étudie la manière dont les bourgeons dormants du *Cornus sanguinea*, du *Cercis siliquastrum*, etc., se rattachent à l'axe; nous ne pouvons que signaler ce passage intéressant, qui mériterait cependant de nous arrêter.

Dans la deuxième partie, M. Prunet recherche si cette structure particulière du nœud ne correspond pas à un rôle spécial dans l'emmagasinement ou le transport de l'eau ou d'autres substances. En pesant à l'état frais et à l'état sec les nœuds et les parties moyennes des entre-nœuds pris sur les rameaux adultes de plus de 60 espèces, l'auteur constate que les nœuds sont en général plus riches en eau que les entre-nœuds; la teneur maximum en eau se trouve dans le nœud supérieur, et la teneur minimum dans l'entre-nœud le plus inférieur.

Cet excès d'eau est en rapport avec la transpiration, car, tandis qu'il est très élevé lorsque les feuilles arrivent à l'âge adulte, il décroît beaucoup à la fin de la belle saison, alors que la transpiration est devenue moindre; il décroît surtout après la chute des feuilles, et même le rapport peut alors être renversé. De plus, dans un rameau feuillé, cet excès diminue aussi pendant une même journée, au moment de la plus forte transpiration. Comme preuve à l'appui, on peut encore citer le fait que, dans les tiges souterraines, l'excès d'eau des nœuds est toujours très faible ou nul. La réserve d'eau des nœuds, située à portée des feuilles et pouvant leur être cédée rapidement, leur permettra de résister à de brusques accroissements dans la transpiration.

L'eau s'accumule dans les nœuds, non seulement grâce aux dispositions anatomiques spéciales, mais aussi grâce à leur contenu plus osmotique. Ainsi, dans les tiges adultes, les nœuds ont toujours donné, dans un très grand nombre d'analyses, plus de cendres, et d'acides libres ou combinés que les entre-nœuds, et la répartition de ces substances, dans un rameau donné, est la même que celle de l'eau.

Enfin, dans les rameaux adultes, à égalité de poids sec, les nœuds sont en général plus riches en hydrates de carbone et en matières albuminoïdes que les entre-nœuds, comme le voisinage des feuilles d'une part, et des bourgeons d'autre part, permettait de le prévoir.

En résumé, d'après le travail intéressant et consciencieux de M. Prunet, les nœuds des tiges feuillées des Dicotylédones possèdent une structure spéciale, qui leur permet d'emmagasiner de l'eau de réserve, et d'accumuler des sels, des hydrates de carbone et des matières albuminoïdes.

G. SAUVAGEAU.

Lahille (F.). — Recherches sur les Tuniciers. Thèse de la Faculté des Sciences de Paris. Imprimerie Lagarde et Sébille. Toulouse, 1891.

En commençant ses recherches sur les Tuniciers, M. Lahille s'était proposé, ainsi qu'il nous l'apprend dans l'introduction de son mémoire, d'étudier les Synascidies, mais pensant qu'il était indispensable de commencer par des types plus simples tels que les Appendiculaires, et par des formes plus faciles à disséquer telles que les Ascidies simples, il a été conduit à entreprendre une étude générale des Tuniciers. Le sujet était vaste, et se proposer « d'examiner en détail, comme il le dit lui-même, l'anatomie de quelques genres de Tuniciers pris dans les familles les plus naturelles; grouper autour de ces genres les formes voisines en faisant ressortir les affinités morphologiques; dresser sur cette base la systématique des Tuniciers inférieurs en précisant les caractères vraiment distinctifs des familles, des genres et des espèces représentés

sur nos côtes. » C'était entreprendre une lourde tâche. M. Lahille a fait un excellent travail de zoologie, mais son sujet comportait un nombre trop considérable de types différents à examiner pour qu'il pût faire, de chacun, une étude anatomique et surtout histologique approfondie; il a peut-être un peu oublié que Maurice, Van Beneden et Julin avaient montré tout l'intérêt que pouvait fournir l'étude d'un type d'Ascidie. Ses observations anatomiques sont donc un peu superficielles; aussi lorsqu'il a voulu entrer dans le domaine des généralités, M. Lahille a fait fausse route, et la classification naturelle qu'il propose est basée sur des principes inexacts. Estimant que la branchie est l'organe dominant des Tuniciers, il les divise en *ATREMATA* (*Appendiculaires*) qui ont deux fentes branchiales et pas de trémas; *HEMITREMATA* (*Salpes*), pourvus de trémas rudimentaires et de deux fentes branchiales et *EUTREMATA* (tous les autres Tuniciers) qui possèdent une branchie communiquant avec une cavité péripharyngienne par de nombreux trémas. Ces derniers sont divisés à leur tour, suivant la structure de la branchie, en: *ARTUSOBRANCHIATA*, qui comprennent les *Doliolides*, *Pyrosomides*, *Didemnides*, *Distomides*, etc.; *PULVEROBRANCHIATA* renfermant les *Cionides* et les *Ascidies*, et *STOLIDOBRANCHIATA* où sont rangés les *Botryllides*, les *Cynthides*, les *Molgulides*, etc.

Or, il me semble que les caractères fournis exclusivement par la branchie ne suffisent pas pour établir une classification naturelle des Tuniciers; dans ce groupe, comme dans d'autres, il n'est peut-être pas d'organe qui soit aussi sujet que l'appareil respiratoire à se modifier suivant les circonstances extérieures. On peut utiliser les modifications de cet appareil pour établir des coupures dans une classe ou dans un ordre, mais non dans un embranchement. En basant une classification des Tuniciers sur la constitution de la branchie, on se trouve conduit à rapprocher les uns des autres des êtres à organisation très différente, et à éloigner des formes très voisines. Que l'on dissocie les anciens groupes d'Ascidies simples et d'Ascidies composées — ce qu'a fait d'ailleurs Herdmann avant M. Lahille — rien n'est plus naturel; mais placer dans le même sous-ordre les *Doliolum*, les *Pyrosomes*, et les *Didemnum*, mettre dans des classes différentes les *Doliolum* et les *Salpes*, disjoindre brutalement des groupes homogènes, et cela sans autres raisons que des ressemblances et des différences dans l'appareil respiratoire, c'est peut-être aller un peu loin.

Ces réserves faites, et les questions générales, qui d'ailleurs tiennent peu de place dans son travail, mises de côté, il est juste de reconnaître que la thèse de M. Lahille est un excellent travail de zoologie pure, et l'on sait que l'espèce en est fort rare. Les différentes espèces de Tuniciers de nos côtes de la Méditerranée et de la Manche y sont étudiées avec beaucoup de détails; la synonymie est discutée avec soin; les indications sur le mode d'existence, la station, l'habitat, etc., des formes paraissent très consciencieuses; enfin les descriptions anatomiques, qui seraient écourtées dans un travail de morphologie, sont très suffisantes, et j'ajouterais très utiles, dans un mémoire de zoologie.

M. Lahille n'a pas étudié les Appendiculaires: c'est un sujet qu'il réserve pour un mémoire spécial. Comme type d'*Hemitremata*, il a choisi la *Pegea confederata*, et il a cherché à montrer que les *Salpes* constituaient des formes inférieures dont la structure de l'appareil respiratoire faisait présager la branchie complexe des *Eutremata*. C'est l'étude d'un très grand nombre des types qu'il réunit sous ce nom qui constitue la partie de beaucoup la plus importante et la plus intéressante du travail de M. Lahille. Certaines familles en particulier, telles que les *Didemnides*, les *Distomides*, plusieurs *Leptoclinides*, les *Perophora*, etc., sont étudiées de très près, et il convient de faire remarquer que l'organisation de ces familles ou de ces genres nous était à peine connue. Les particularités anatomiques des diverses formes sont heureusement utilisées pour la classifica-

tion; les caractères différentiels des genres et des espèces sont nettement indiqués et présentés sous une forme très précise. Et si j'ai critiqué la classification générale des Tuniciers, je suis heureux de reconnaître que dans le groupement des genres et des familles, dans la discussion des caractères spécifiques et de leur importance, M. Lahille a été plus heureux que dans l'établissement de grandes coupures de l'embranchement.

En résumé, le travail de M. Lahille est un très bon travail de zoologie pure, et à ce titre il présente un grand mérite. Les rares zoologistes qui s'occupent de l'étude des faunes savent de quelles difficultés était entourée la détermination des Tuniciers. C'est donc un grand service que M. Lahille leur aura rendu en leur mettant entre les mains un livre permettant de déterminer sûrement les Tuniciers de nos côtes.

J'ajouterais que la lecture du travail de M. Lahille est rendue plus facile par de nombreux et excellents dessins intercalés dans le texte. C'est là une très bonne méthode, mais pourquoi n'est-elle pas plus suivie? Est-ce parce que les artistes chargés de la reproduction des dessins scientifiques, s'ils font souvent des dessins hors texte médiocres, font généralement des dessins dans le texte mauvais? Sous ce rapport, M. Lahille n'a pas à se plaindre, et ses dessins, reproduits par la zincogravure, sont très jolis et valent mieux que beaucoup de lithographies. R. KÖHLER.

Ball (W.-P.). — *Hérédité et Exercice*. Traduction de Henri de Varigny. Un volume in-18 (cartonné: 3 fr. 50). Lecrosnier et Babé, libraires-éditeurs, 23, place de l'Ecole-de-Médecine. Paris, 1891.

Sous le nom de *Bibliothèque évolutionniste*, il est publié depuis peu, sous la direction de M. de Varigny, une collection d'ouvrages « strictement scientifiques, choisis parmi ceux où sont exposés avec clarté les différents principes et les diverses applications de la théorie évolutionniste ». L'idée est évidemment excellente, et l'application en paraît heureuse si l'on s'en rapporte aux premiers volumes parus, le *Darwinisme*, par A.-R. Wallace, et le présent opuscule de M. Platt Ball.

Nous avons rendu compte, ici même, de cet opuscule lors de sa publication à Londres. C'est une œuvre qu'on ne peut guère analyser, car elle consiste essentiellement en une substitution du rôle de la sélection naturelle à celui de l'usage ou de la désuétude dans l'explication d'un certain nombre de faits qui avaient paru à Herbert Spencer ou à Darwin militer précisément en faveur de l'adoption de l'hérédité des effets de l'usage et de la désuétude. La méthode de P. Ball est simple. Il prend successivement les exemples et arguments cités par Spencer et par Darwin, et fait ressortir qu'on les explique aussi bien et peut-être mieux par la sélection naturelle, et qu'il est dès lors inutile de recourir à une autre interprétation. Somme toute, dit M. Ball, l'hérédité d'exercice (c'est ainsi qu'il dénomme l'hérédité des effets de l'usage et de la désuétude) est une théorie sans valeur, parce qu'elle n'est ni nécessaire, ni prouvée, ni probable.

Voilà, dans la collection évolutionniste, un fervent adepte de Weismann qui n'est pas tendre pour Lamarck.

Comme pour corriger l'absolutisme des conclusions de M. Ball, M. de Varigny joint, en appendice, dans le même volume, une discussion de M. H.-F. Osborne sur cette question: les variations acquises sont-elles héréditaires? L'auteur se livre à une étude serrée de la nature du sujet, et il arrive à cette conclusion que « le point vulnérable des Lamarckiens est le problème de l'hérédité, tandis que le point faible de leurs adversaires est la solution du problème de la variation ». Après avoir ainsi fait sa part à chacun, Osborne cherche à appliquer l'un et l'autre de ces systèmes aux faits et à établir le point suivant: l'état actuel de nos connaissances de la variation chez les formes vivantes ou fossiles donne-t-il un plus grand appui au principe de Lamarck ou à celui de Weismann? De l'intéressante

discussion à laquelle il se livre, l'auteur déduit que, d'après le principe de Weismann, nous pouvons expliquer l'hérédité, mais non l'évolution, tandis que, d'après le principe de Lamarck et le principe de la sélection de Darwin, nous pouvons expliquer l'évolution, mais non jusqu'ici l'hérédité.

On lira ces quelques pages avec intérêt, et le public français saura gré à M. de Varigny d'avoir entrepris ces traductions, auxquelles on pourrait reprocher seulement de conserver parfois la forme anglaise à ce point que la lecture devient un peu difficile. Il faut reconnaître toutefois que cette manière de faire a aussi son avantage. Elle permet au lecteur de s'assurer qu'il a en mains une traduction rigoureuse et non une interprétation reléant plus ou moins exactement les idées de l'auteur.

D^r H. BEAUREGARD.

4^e Sciences médicales.

Verneuil (Le Professeur). — *Etudes expérimentales et cliniques sur la tuberculose. Tome III, premier fascicule* (6 fr.). G. Masson, 120, boulevard Saint-Germain, Paris, 1891.

Ce fascicule, précédé d'un important index bibliographique des travaux publiés sur la tuberculose en 1889, index recueilli avec une grande précision par M. L. H. Petit, contient une série de mémoires intéressants dont nous ne pouvons donner qu'une idée ici.

M. C. Leroy, à la suite de recherches bactériologiques à propos d'une tuberculose bovine atypique, arrive à conclure que la tuberculose bovine peut se manifester anatomiquement par des lésions microscopiques identiques en apparence, mais dissemblables quant à la nature du micro-organisme qui les produit.

M. Ledoux-Lebard, en faisant ingérer à des cobayes et à des lapins des cultures de pseudo-tuberculose, a obtenu une infection pseudo-tuberculeuse par les voies digestives. C'est un mode d'infection plus lent que l'injection sous-cutanée, elle-même plus lente dans ses effets que l'inoculation péritonéale, que l'injection intratrachéale et surtout que l'injection dans le sang. On peut distinguer dans la pseudo-tuberculose par ingestion deux formes : 1^{re} l'une, rapide avec éruption miliaire ; 2^e l'autre, lente, ne donnant lieu qu'à peu de lésions intestinales (quelques plaques caséuses du cæcum seulement), à des hypertrophies ganglionnaires et à des abcès du foie.

Dans les recherches de M. V. Despeignes sur la tuberculose expérimentale des animaux vertébrés dits à sang froid, nous relèverons ce fait qu'en maintenant des grenouilles à la température de + 25°, on peut leur inoculer avec succès le bacille de Koch.

MM. Troisier et Ménétrier, avec deux observations nouvelles, une personnelle, une communiquée par M. Verneuil, tracent à nouveau l'histoire de l'ulcère tuberculeux des lèvres.

Après avoir étudié l'histologie pathologique du lupus érythémateux, M. H. Leloir cherche à préciser sa nature, et, se fondant sur les résultats de l'anatomie pathologique, de la bactériologie et de l'expérimentation, arrive à conclure que la nature tuberculeuse du lupus érythémateux est loin d'être démontrée.

MM. Prioleau et Lejars nous donnent dans ce fascicule deux travaux sur la lymphangite tuberculeuse. Le premier étudie plus spécialement la tuberculose cutanée et la lymphangite tuberculeuse consécutive à la tuberculose osseuse. Le deuxième publie un essai sur la lymphangite tuberculeuse, n'ayant, comme il le dit, pour but que de grouper les observations connues de lymphangite tuberculeuse, d'y ajouter quelques cas nouveaux, et, sur ces données comparatives, de dresser le bilan des solutions acquises, et surtout des problèmes encore à résoudre.

Appliquant à la tuberculose les principes généraux des méthodes pastoriennes, MM. J. Héricourt et Ch. Richet ont pratiqué la vaccination par produits solubles des cultures tuberculeuses. Ils sont arrivés ainsi à vacciner

des lapins contre la tuberculose bovine et contre la tuberculose aviaire. Dès 1888, les mêmes expérimentateurs avaient montré que la transfusion à des lapins du sang de chien modifié les effets de la tuberculose et en ralentit notablement l'évolution. Dans ce nouveau mémoire, ils démontrent que l'action de la transfusion est encore bien plus nette si l'on prend du sang d'un chien auquel on a inoculé la tuberculose.

Après une série d'expériences faites en vue de déterminer l'origine de la tuberculose du tractus uréal, M. Valude arrive à conclure que, dans un organisme infecté, le traumatisme de l'œil sain n'est suivi d'aucune réaction spéciale, contrairement à ce qui arrive pour le tissu cellulaire, les os et les articulations. Cela tient peut-être à ce que la tuberculose n'envahit l'œil que par la voie lymphatique, et jamais par le système vasculaire sanguin.

M. A. Olivier, par le récit de l'observation de tous les membres d'une même famille, cherche à établir la réalité de l'hérédité du lupus. L'hérédité non seulement jouerait un rôle de première importance dans le développement de la tuberculose, mais prédisposerait aussi à des localisations déterminées.

Pour M. G. Daremberg, le mariage des tuberculeux doit être autorisé si les lésions sont guéries et si le malade a la possibilité de mener une vie calme et tranquille.

Une observation due à M. Ricard tend à faire admettre que la tuberculose congénitale peut résulter d'une transmission directe du père à l'enfant, lorsque le père est porteur d'une lésion tuberculeuse en voie d'évolution au moment de la conception.

Etudiant le pronostic éloigné et la récurrence dans les tuberculoses locales, M. P. Thiéry insiste sur la fréquence des récurrences locales et des récurrences à distance. Il y aurait toutefois des différences dans la gravité, suivant la localisation tuberculeuse considérée, et, à cet égard, les tuberculoses vertébrales et péritonéales seraient infiniment plus graves que la tuberculose ganglionnaire, la tuberculose osseuse et non juxta-articulaire des membres, les gommies, etc.

MM. J. Courmont et L. Dor sont arrivés à produire chez le lapin des tumeurs blanches expérimentales par inoculation intra-veineuse de culture de bacilles tuberculeux atténués.

M. Verneuil, à propos de cinq observations de malades ayant subi des résections pluri-costales pour pleurésies purulentes tuberculeuses, s'élève contre les résections larges et multiples dans la pleurésie purulente tuberculeuse. Il ne faut faire de ponction que s'il y a nécessité absolue, et si l'on ponctionne, alors même que l'épanchement est séreux, il faut injecter immédiatement un liquide capable de détruire le virus. Si la pleurésie est suppurée, on fera l'empyème, suivi d'injection de parasitocides sérieux. En cas de pachypleurite bien constatée et inapte à la réunion, il faut réséquer les côtes et exciser la plèvre afin d'agir directement sur la néo-membrane fibroïde. Enfin, dans certains cas, la cavité purulente étant stérilisée, on peut tenter la mobilisation de la paroi costale par un procédé anaplastique.

D^r Henri HARTMANN.

Labusquière (R.). — De la grossesse après l'hystéropexie. — *Annales de gynécologie*, août 1891, p. 123.

Quatorze observations de grossesse après hystéropexie, résumées par Labusquière, montrent que cette opération n'empêche nullement la conception. De ces 14 grossesses, 2 ont été suivies de fausses couches, 2 sont encore en observation, 10 sont arrivées à terme normalement. On peut donc affirmer dès aujourd'hui que l'hystéropexie n'est ordinairement pas un obstacle à l'évolution normale de la grossesse et de l'accouchement.

D^r Henri HARTMANN.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 16 novembre 1891

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. A. Markoff : Sur les équations différentielles linéaires. — M. E. Picard : Sur la recherche du nombre des racines communes à plusieurs équations simultanées. — L'accélération séculaire de la Lune, telle que M. Airy l'a obtenue de la discussion des éclipses chronologiques, est trop considérable pour être rapportée tout entière à la diminution séculaire de l'excentricité de l'orbite terrestre; divers astronomes ont invoqué un allongement du jour sidéral, produit par le frottement des marées ralentissant le mouvement de rotation de la Terre, ce qui produirait une accélération apparente de la Lune. M. F. Tisserand a cherché si ce ralentissement de la rotation de la Terre pourrait être saisi dans ses effets sur un autre phénomène céleste; il s'est adressé à Mercure, dont les passages sur le Soleil sont observés depuis deux siècles. La comparaison des observations et des résultats du calcul ne semble pas devoir faire admettre la variabilité du jour sidéral. — M. J. Perchot : Sur les variations séculaires des excentricités et des inclinaisons. — M. G. Leveau présente un tableau contenant la comparaison d'observations méridiennes de Vesta faites en 1890 avec les éphémérides du *Nautical almanac* et une éphéméride calculée au moyen de ses tables de cette planète. La différence d'observation moins calcul est, en moyenne, pour l'ascension droite, de 1^{re},1 avec le *Nautical almanac* et de 0^{re},03 avec les tables Leveau.

2^{es} SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. Lefebvre a étudié expérimentalement comment le champ électrique dû à un seul point électrisé, se trouve modifié par l'interposition, devant ce point, d'une lame isolante à faces parallèles. Il décrit le dispositif particulier de la balance de Coulomb, dont il s'est servi. Il a déterminé la constante diélectrique de diverses substances. La valeur du potentiel, du côté du diélectrique opposé au point électrisé, calculée dans la théorie de Sir W. Thomson, ne paraît pas être d'accord avec l'expérience. — MM. Chauvin et Ch. Fabre décrivent la méthode photographique qu'ils ont substituée à l'observation directe, pour les recherches effectuées au moyen du polarimètre à pénombre. — MM. Berthelot et Matignon ont fait l'étude calorimétrique de l'hydrazine et de l'acide azothydrique sur des échantillons envoyés par M. Curtius. Les conclusions qui découlent des valeurs obtenues pour les chaleurs de neutralisation et de combustion sont les suivantes : L'hydrazine est une base faible; sa formation est endothermique, mais moins que celle de l'hydroxylamine, dont elle peut dériver exothermiquement, c'est-à-dire que le caractère endothermique du composé s'accuse davantage à mesure que l'ammoniaque perd de l'hydrogène. Diverses progressions du même genre ont été signalées par M. Berthelot dans d'autres séries. L'acide azothydrique est un acide assez faible; sa formation est fortement endothermique; il se décompose avec explosion; il doit être considéré comme de l'ammoniaque AzH_3 ou 2 atomes d'hydrogène ont été remplacés par 2 atomes d'azote, AzH_2Az_2 ; c'est une diazamine, conformément à l'opinion de M. Curtius. — M. Berthelot donne quelques nouveaux détails sur l'oxydation spontanée du nickel-carbonyle, pour montrer que ce composé se comporte comme un véritable radical organique. En particulier, il a recueilli les fumées blanches qui s'échappent des flacons non hermétiques où le nickel-carbonyle est conservé; c'est l'hydrate de

l'oxyde d'un radical organique complexe, analogue aux acides croconique et rhodizonique, à base de nickel. — M. A. Joly a constaté que la lumière décompose le peroxyde de ruthénium RuO_4 ; elle le transforme probablement en l'oxyde RuO_3 . — Reprenant d'anciennes expériences faites en commun avec Debray, M. Joly a constaté que, parmi les produits de la décomposition de l'heptaruthénate de potasse par la chaleur à 440°, il existe des combinaisons salines des composés oxygénés du ruthénium, inférieurs à l'acide ruthénique; ces composés sont analogues aux composés inférieurs du manganèse. — M. M. Vèzes, recherchant à la suite des sels chlorozotés et bromozotés du platine décrits dans ses communications antérieures, les composés iodozotés analogues, a reconnu que, dans ces derniers, à l'inverse des précédents, l'halogène de l'iodoplatinate est déplacé par les produits nitreux. Mais, en traitant le platinodionitrite de potassium de Nilson par un excès d'iode, il a obtenu deux sels nouveaux, l'iodoplatinate nitrosé et le platinotétraiodonitrite de potassium. — Pour étudier la relation entre la coloration des solutions du cobalt et l'état des sels dans ces solutions, M. A. Etard détermine la solubilité de l'iodure de cobalt aux diverses températures; notant les colorations correspondantes aux divers points de la courbe, il remarque que la solution est d'abord grenat, la courbe de solubilité étant une droite; puis, cette ligne s'incurve pendant que la couleur passe à l'olive, pour devenir vert franc à 40°, au moment où la courbe reprend l'allure d'une droite. On observe des faits analogues avec le chlorure de cobalt, qui passe du bleu au rose par le violet, au moment d'une inflexion de la ligne de solubilité. De cette coïncidence entre la partie courbe de la ligne de solubilité et l'apparition d'une couleur qui est le mélange de deux nuances, M. Etard conclut qu'à la température correspondante, la solution contient le mélange de deux sels qui existent isolés, l'un aux températures inférieures, l'autre aux températures supérieures. — MM. Leo Vignon et P. Sisley ont étudié la réaction suivant laquelle la soie se colore en jaune sous l'influence de l'acide nitrique; pour produire cette coloration, il faut que l'acide nitrique contienne des produits nitreux; ces produits nitreux eux-mêmes ont besoin pour agir de la présence d'un oxydant, soit habituellement l'acide nitrique, soit le permanganate de potasse; il est probable qu'il se fixe sur la soie un groupe nitrosé AzO qui est oxydé en AzO_2 ; les chiffres obtenus par la combustion indiquent que ce groupe AzO_2 se substitue à un COOH .

3^{es} SCIENCES NATURELLES. — M. Le Dentu signale les bons résultats qu'il obtient dans sa pratique chirurgicale par le procédé de Senn, implantation de fragments d'os décalcifiés pour combler les pertes de substances des squelettes; il a pu remplacer de la sorte des fragments considérables. — M. A. Gruvel expose ses observations sur le mécanisme de la copulation et de la fécondation chez les Cirrhipèdes. — M. Forsyth Major établit le synchronisme de la faune de Samos, dont il a donné la liste dans sa communication précédente, avec les faunes de Pikermi, Maragha, Baltavar, et du mont Lébéron. Il discute l'âge de cet horizon. — M. A. Viré signale une exploitation néolithique de silex d'un type nouveau dans la vallée du Loing, entre Nemours et Souppes.

Mémoires présentés. M. Th. Grison adresse une note relative à l'efficacité des phosphates métallurgiques pour combattre l'appauvrissement du sol dans diverses cultures.

Séance du 23 novembre 1891.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Painlevé : Remarque sur une communication de M. Markoff, relative à des équations différentielles linéaires. — M. A. Colson a commencé une série de recherches sur l'écoulement des liquides en tubes capillaires : il se sert pour ses expériences d'un appareil, imaginé par M. Cornu, dont il donne la description. Des résultats qu'il a obtenus avec divers liquides *parfaitement mobiles* (éther, aldéhyde, etc.), il tire la loi suivante, applicable à ces liquides parfaitement mobiles seulement : la durée de l'écoulement est proportionnelle à la racine carrée de la densité. — M. G. Rayet : Observation de l'éclipse totale de lune du 15 novembre 1891 à l'Observatoire de Bordeaux. M. Rayet a noté les occultations de diverses étoiles. M. Courty a pris des photographies pendant la totalité ; avec un équatorial dont le rapport de la distance focale à l'ouverture est 10,4, et des poses de 120^e, il a été obtenu des images assez nettes et assez détaillées de la surface lunaire plongée dans le cône dit d'ombre pure. — M. A. Gautier serait disposé à considérer ce dernier fait comme un exemple de l'*induction photochimique* de Bunsen ; il rapporte avoir observé autrefois l'explosion de ballons remplis de chlore et d'hydrogène lorsqu'on les posait sur une terrasse que les rayons du soleil avaient éclairée immédiatement auparavant. — M. J. Janssen indique, à propos de ces photographies, l'intérêt qu'il y aurait à analyser par la photométrie photographique la nature et l'intensité de la lumière qui pénètre dans le cône d'ombre, lumière qui est due à la réfraction de l'atmosphère terrestre. Le mauvais temps a empêché M. Janssen de faire à Meudon les observations qu'il avait projetées. — M. H. Deslandres a disposé le sidérostât de Foucault de l'Observatoire de Paris en vue de recherches photographiques sur le déplacement que subissent les raies du spectre des astres par suite de leur mouvement radial ; les premières recherches faites avec le grand télescope ne donnaient pas une précision suffisante à cause de la faible dispersion qui pouvait être obtenue ; le sidérostât au contraire permet l'emploi d'un spectroscopie quelconque. M. Deslandres donne les résultats qu'il a obtenus pour la vitesse radiale de Sirius. — M. Berthelot communique les renseignements qu'il a trouvés dans des manuscrits du xv^e siècle sur l'artillerie et les arts mécaniques à cette époque ; il donne la reproduction de diverses figures, représentant un scaphandrier, une machine élévatoire pour l'eau en forme de double soufflet, des pièces d'artillerie blindées, une arme à feu portative tirée par un cavalier, etc. — M. Wolf fait un rapport sur la note de M. le prince de Tourquistanoff, intitulée : le Calendrier vérificateur ; l'auteur a calculé depuis l'an 900 le nom du jour de la semaine auquel correspond le premier jour de chaque mois ; ces tables rendront service à l'art de vérifier les dates. — M. Wolf fait aussi un rapport sur le *Règler solaire* de M. de Kohnke. Ce cadran solaire, dont les lignes horaires sont des génératrices équidistantes d'un cylindre, est très facile à construire ; mais les courbes des temps moyens ne donnent pas une précision suffisante. La proposition de faire marquer au cadran le temps national, en le désorientant d'un angle déterminé, ne paraît pas heureuse à M. Wolf.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. Hinrichs expose diverses considérations déduites de ses recherches sur la mécanique chimique, qui le conduisent à admettre que le méthane doit être représenté stéréochimiquement, non pas par un tétraèdre avec les quatre hydrogènes aux quatre sommets, comme dans l'hypothèse de M. Le Bel et de M. Van L'off, mais par un carré, formé des quatre hydrogènes, superposé à la face carrée de l'atome de carbone. — M. H. Moissan a obtenu deux phosphures de bore, en parlant du phosphore de bore Ph B^{12} ; en réduisant ce corps par un courant d'hydrogène pur et sec, entre 450° et 500°, on obtient le composé Ph B ; celui-ci, chauffé à 1000°

dans une atmosphère d'hydrogène dégage du phosphore et se transforme dans le composé Ph^3B^5 . M. Moissan étudie quelques propriétés de ces deux corps ; le premier se combine avec incandescence à l'acide azotique monohydraté et s'enflamme à froid dans le chlore ; le second possède une stabilité beaucoup plus grande et n'est pas décomposé à froid par ces deux réactifs. — M. S. Grawitz a reconnu qu'on peut empêcher le noir d'aniline en teinture par la voie sèche d'attaquer le tissu, si on lui fournit, sous forme d'acétate alcalin ou alcalino-terreux, les trois quarts de la base nécessaire pour saturer l'acide chlorhydrique qu'il contient. — M. P. Cazeneuve avait signalé la formation d'une matière colorante violette dérivée de la morphine, par réaction sur cet alcaloïde de la paranitrosodiméthylaniline ; il a obtenu de même un violet de codéine, dont la formule brute confirme celle du violet de morphine.

3^o SCIENCES NATURELLES. — MM. R. Lepine et Barral ont constaté que le pouvoir glycolytique du sang de chien augmente : 1^o après une saignée ; 2^o après la ligature du canal de Wirsung ; 3^o après la section des nerfs du pancréas. L'excitation du bout périphérique de ces nerfs détermine la glycosurie. — M. A. Milne-Edwards présente les trois volumes qui constituent la partie zoologique de la mission scientifique du cap Horn ; il insiste sur l'importance de cette publication. — M. Em. Bourquelot a étudié la répartition des matières sucrées dans les diverses parties du Cèpe comestible (*Boletus edulis*). Il a constaté que le pied contient une forte proportion de tréhalose ; le chapeau en contient moitié environ ; tous deux contiennent un peu de glucose ; l'hyménophore ne renferme aucun sucre. — M. A. Lacroix signale l'existence de leucite en veinules dans un basalte du Mont-Dore. — M. A. Riccio donne des détails sur l'éruption sous-marine de Pantellaria (17 octobre 1891).

Mémoires présentés. — M. Hirbec donne lecture d'une note sur les phénomènes électriques et la nature du feu. — M. L. Tronchet adresse une note relative à un instrument qu'il nomme *totalisateur*.

Nominations. — M. A. Potier est élu membre de la section de physique en remplacement de feu M. Edmond Becquerel.

Séance du 30 novembre 1891.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Faye, en faisant hommage à l'Académie, au nom du Bureau des longitudes, du 216^e volume de la *Connaissance des Temps* pour 1894, fait remarquer que la condition de publier chaque volume trois ans d'avance est sur le point d'être réalisée ; il indique les renseignements nouveaux qui ont été introduits. — M. Borelly : Observations de la planète découverte par M. Borelly, à l'Observatoire de Marseille, le 27 novembre 1891. — M. P. Tacchini : Résumé des observations solaires faites à l'Observatoire royal du Collège romain pendant le troisième trimestre de 1891. — M. Heurtault a relevé les observations faites depuis 18 ans au marégraphe de Saint-Servan ; il indique diverses particularités du mouvement des marées dans la baie de Saint-Malo.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — A propos de la communication de M. Moissan sur les phosphures de bore (séance précédente), M. A. Besson rappelle que, dans la séance du 13 juillet de cette même année, il a décrit le composé Ph B et ses propriétés caractéristiques. — M. Besson, faisant passer du chlorure de méthyle avec des vapeurs de brome sur de la pierre ponce chauffée à une température voisine du rouge, a obtenu le chlorure de méthyle monobromé et le chlorure bibromé ; en tube scellé, vers 250 degrés, la réaction va jusqu'à la formation du bromoforme, et même du tétrabromure de carbone. — La bombe calorimétrique de M. Berthelot est très coûteuse, en raison de la grande quantité de platine qui entre dans sa construction. M. P. Mahler a cherché à établir un modèle de cet appareil coûtant moins cher et pouvant servir couramment dans l'industrie à la détermination du

pouvoir calorifique des combustibles; il y est parvenu en prenant pour chambre de combustion un obus d'acier demi-doux, émaillé intérieurement, toutes les pièces accessoires restant les mêmes que dans le modèle du Collège de France.

3^e SCIENCES NATURELLES. — MM. Th. Schlösing fils et Em. Laurent ont recherché si les plantes cultivées, autres que les Légumineuses, pouvaient fixer l'azote atmosphérique. Ils ont employé la même méthode que dans leurs expériences antérieures sur les Légumineuses, c'est-à-dire dosage de l'azote de l'atmosphère confinée où vit la plante, au commencement et à la fin de l'expérience, avec contrôle pour le dosage de l'azote: 1^o avant culture, dans le sol et les graines; 2^o après culture, dans le sol et les plantes. Les auteurs n'ont pas employé cette fois des sols stérilisés; ils ont, au contraire, arrosé leur sol avec l'eau de lavage de divers terrains cultivés pour que chaque plante pût, le cas échéant, trouver les conditions qui lui seraient nécessaires pour fixer l'azote. Dans une première série d'expériences ainsi faites, il a été trouvé pour toutes les cultures (topinambour, avoine, tabac) une légère assimilation d'azote. Mais les auteurs ont remarqué que la surface du sol s'était recouverte de plantes vertes inférieures (mousses et algues); un sol témoin sans culture, s'étant recouvert des mêmes plantes, avait donné aussi une fixation d'azote. Une deuxième série a été alors instituée, dans laquelle le sol était recouvert d'une légère couche de sable calciné: les mousses et algues ne se sont pas développées. Dans ces conditions nouvelles, il n'a été observé d'assimilation d'azote pour aucune plante, sauf pour les Légumineuses. — M. Berthelot appelle l'attention de l'Académie sur l'importance et l'originalité de la communication précédente. Il fait remarquer que les faits nouveaux qu'elle apporte, relativement aux mousses et aux algues tapisant le sol, précèdent une des conditions dans lesquelles les terres en jachère fixent l'azote atmosphérique, phénomène dont M. Berthelot a démontré la généralité en 1885. — MM. V. Marcano et A. Müntz ont déterminé la quantité d'ammoniaque dans l'atmosphère à Caracas (Vénézuëla). L'eau de pluie en renferme une proportion moyenne beaucoup plus élevée que celle qui a été observée sous nos climats: dosée par absorption sur une surface d'eau acidulée, l'ammoniaque donne, au contraire, des chiffres moins élevés. Ces faits s'expliquent par la plus forte proportion, dans l'air des régions tropicales, d'acide nitrique, surtout au moment des orages, l'ammoniaque gazeuse est transformée en nitrate d'ammoniaque. — M. Chamberlent expose l'état actuel des travaux d'assainissement et de mise en culture de la Camargue. Les deux bras du Rhône ont été endigués. Le dessèchement a été obtenu en jetant les eaux dans le Vaucluse, étang naturel compris dans le périmètre des digues, et dont le niveau est maintenu, par le jeu d'une écluse, à la hauteur des plus basses mers. L'irrigation a été assurée par des canaux branchés sur les deux Rhônes, assez facilement, en raison de ce fait que le Rhône a généralement des crues en été, c'est-à-dire précisément quand le pays a besoin d'eau. Certains terrains avaient besoin d'être dessalés, il leur fallait de plus grandes quantités d'eau, c'est-à-dire des machines élévatoires coûteuses. L'initiative individuelle a pu y trouver son compte par la culture de la vigne, que la submersion met à l'abri du phylloxéra. Dans d'autres parties de ces terrains, on fait des prairies artificielles au moyen de plantes fourragères australiennes qui croissent dans les prés salés. (*Salt-Bush*). Enfin, deux chemins de fer sont en construction. — M. V. Martinand a reconnu que la lumière directe du soleil tue les *Saccharomyces*, tant sur l'épiderme des grains de raisin que sur les plaques de gélatine où on les cultive à l'état de pureté. Des expériences de contrôle, faites à l'étuve, ont montré que la chaleur intervient, mais qu'il reste un rôle important à la lumière dans cette destruction. — A propos de la communication de M. Vuillemin sur la

castration du *Lychnis dioica* par l'*Ustilago Antherarum*, M. A. Magnin rappelle qu'il avait déjà reconnu que l'hermaphroditisme des fleurs envahies par le parasite n'est qu'apparent et qu'il avait rectifié en ce sens des communications antérieures. Il ajoute quelques observations nouvelles sur la castration parasitaire en général.

Mémoires présentés: M. E. Senet rappelle que, dans une note présentée à l'Académie le 9 mars 1885, il annonçait avoir obtenu l'aluminium en faisant arriver un courant électrique pendant la fusion ignée de l'aluminate de soude et de chlorure de sodium. — M. Marcellin Langlois adresse une note intitulée: Etudes thermochimiques du carbone, de l'oxygène, de l'hydrogène, servant pour la détermination des données thermochimiques de la chimie organique.

L. LAPICQUE.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 4 décembre 1891

M. W. Schmidt présente à la Société de nouveaux dispositifs de son chronomètre donnant le millième de seconde. Ces modèles ont été combinés spécialement pour la mesure de la vitesse des projectiles. En sortant de l'arme, le projectile rompt le circuit d'un électro-aimant placé dans le chronomètre et qui maintenait l'appareil au repos. Lorsque le but est frappé par le projectile, le courant se reforme, ce qui arrête la marche du chronomètre. Une application est faite devant la Société, à la mesure d'une durée de chute d'environ 60 millièmes de seconde. — M. Blondel s'est proposé de déterminer les lois suivant lesquelles l'arc à courants alternatifs s'établit ou se rompt à chaque alternance. Après avoir cité les travaux antérieurs de MM. Jaminet et Manuvrier, ainsi que ceux de M. Joubert, il expose ses propres recherches. Dans cette communication, il fait connaître les résultats que fournit une étude photographique complète de l'arc. De nombreuses projections des épreuves obtenues mettent nettement en relief les diverses particularités observées. La méthode ingénieuse à laquelle l'auteur a eu recours dérive de celle du miroir tournant. Au moyen d'un écran percé d'une fente, on isole, dans la partie centrale de l'arc, une mince bande lumineuse dirigée tantôt suivant l'axe des crayons et tantôt perpendiculairement, et on en projette l'image amplifiée sur une surface sensible. L'analyse des phases successives de l'arc s'obtiendra en imprimant à la pellicule sensible un déplacement continu. Si, de plus, ce déplacement est périodique et de même période que les alternances de l'arc, on pourra, soit faire l'étude des perturbations instantanées, ou bien prolonger le temps de pose pendant une durée quelconque, car, pour chaque période, ce sera toujours au même instant que le même point de la surface sensible repassera devant la fente. Ce déplacement périodique est obtenu d'une façon très simple en prolongeant extérieurement l'axe de rotation de l'alternateur et en enroulant sur ce prolongement le papier au gélatinobromure. Une caisse convenablement disposée joue le rôle de chambre noire. M. Blondel a pu ainsi étudier d'abord les divers éléments variables de l'arc alternatif régulier, et montrer en particulier le rôle de la self-induction pour accroître la stabilité des petits arcs. Il a ensuite analysé les arcs produits entre deux crayons de grosseur inégale. Il a étudié la question controversée du sens du courant dans l'arc: le transport principal du carbone a lieu réellement du pôle positif au négatif, et la vitesse de transport, élément qui était inconnu jusqu'ici, est de l'ordre de grandeur de 160 mètres par seconde. Les champs magnétiques continus ou périodiques produisent sur l'arc un sifflement dont M. Blondel a pu manifester l'origine: il est dû à des ruptures périodiques d'une très grande fréquence dans le transport du carbone. Dès lors, le sifflement spontané des arcs instables s'interprète immédiatement et résulte de l'instabilité même de l'arc. Ce sifflement est d'ailleurs un phénomène

d étant le diamètre du fil en mils. Au moyen de ces formules, on peut montrer que considérer l'émissivité comme une constante avec des fils dont le diamètre varie depuis une petite valeur jusqu'à un pouce, c'est, pour le plus grand nombre des fils, commettre une grosse erreur et une erreur de 100 % dans le cas de quelques-uns d'entre eux. On a calculé en se servant de la dernière formule que pour maintenir un fil de platine de 0,75 mil de diamètre à 300° C il faudrait un courant de 331000 ampères par pouce carré. — M. George J. Burch fait une communication sur les rapports de temps des mouvements de l'électromètre capillaire; il y joint une description de la méthode à employer pour utiliser cet électromètre à l'étude des changements électriques de courte durée. Ce mémoire fait suite à un autre mémoire du même auteur; il a trait aux formules relatives aux rapports de temps du mouvement du ménisque des électromètres capillaires. Ces nouvelles recherches ont montré que plus est grande l'excursion du ménisque pour une petite différence de potentiel donnée, plus lente est l'action de l'instrument. Aussi, dans la majorité des électromètres capillaires, l'étendue du mouvement diminue-t-elle à mesure que le ménisque approche du bout du tube capillaire. D'autre part, plus est courte la longueur de l'acide dilué, plus la résistance est petite et le mouvement rapide; de là tous les instruments ont une tendance à une augmentation de la rapidité à mesure que le ménisque approche de l'extrémité du tube. L'auteur a imaginé une nouvelle méthode pour photographier des excursions du ménisque et l'a appliquée avec de bons résultats à l'étude des variations électriques du muscle.

Richard A. GREGORY.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 20 novembre.

M. Philippe A. Guye fait un court exposé critique des diverses formules qui ont été données pour l'équation générale des fluides, liquides et gaz par Van der Waals, Clausius, Sarrau, Violi, Heilborn et Tait. L'équation de Van der Waals, bien qu'elle ne soit qu'approchée, conduit à nombre de conséquences intéressantes. Des diverses formules plus exactes qui ont été proposées celle de Sarrau est la plus simple et peut être appliquée plus rapidement et plus sûrement qu'aucune des autres. Il insiste, pour conclure, sur la nécessité des recherches expérimentales, seul moyen d'arriver à une conclusion définitive sur le choix à faire entre ces formules: de telles recherches comporteraient des déterminations aussi exactes que possible, des constantes critiques et des isothermes aux hautes températures et aux hautes pressions. M. Ramsay, demande si les constantes de la formule de Clausius ont une signification physique ou sont purement numériques? M. Guye répond que bien que *quelques-unes* des constantes des formules perfectionnées aient une interprétation physique, l'équation de Van der Waals est la seule dans laquelle *toutes* les constantes aient une signification physique précise. M. Rucker dit qu'il suffit de regarder les formules pour voir quel rôle important a joué l'expression de Van der Waals dans les développements ultérieurs du sujet. Quoiqu'elle ne s'accorde pas avec l'expérience dans toutes les conditions, en particulier pour de petits volumes, elle donne une approximation rigoureuse dans des limites très étendues et est la seule formule où toutes les constantes aient une signification physique déterminée. M. Tait fait observer que le nombre de constantes était trop faible pour représenter complètement les faits, car en suivant le raisonnement d'Andrews, il a montré qu'aux environs du point critique une ligne droite coupe l'isotherme en cinq points. Néanmoins, durant les vingt dernières années les formules dites perfectionnées ont été des modifications de l'expression de Van der Waals, et ont prouvé ainsi quel intérêt présentait cette première formule. M. Fitzgerald dit

qu'il a essayé de voir à quelle approximation la formule de Clausius s'accorde avec les expériences de MM Ramsay et Young, et après un travail de plusieurs mois il a reculé devant des calculs aussi pénibles. Il estime que des formules aussi compliquées ne celles que retarder la science plutôt que de l'avancer; font qui sont simples, même si elles sont moins exactes, sont susceptibles de faire faire de grands progrès. M. Carey Forster remarque que l'équation $p v = R T$, à peu près vérifiée pour les gaz, est le point de départ des progrès suivants: Van der Waals est arrivé à une approximation un peu plus grande en tenant compte du volume occupé par les molécules et de leurs pressions réciproques. Le président M. Ayrton dit que le mémoire de Van der Waals a donné lieu à des attaques; on prétendait qu'il n'avait pas reconnu suffisamment la part qui revient à Andrews dans les découvertes sur ce sujet; une étude plus sérieuse du travail a montré que ce reproche était injuste. — M. Burton: « Sur une nouvelle théorie concernant la constitution de la matière. » On suppose qu'il est possible d'avoir dans l'éther une distribution de tension en équilibre d'elle-même. Une telle distribution est appelée « figure de tension ». On peut regarder un atome comme un agrégat de figures de tension, les variétés possibles de figures de tension, par suite les atomes, étant limités par les conditions d'équilibre, la *grosseur* des figures d'équilibre possibles dépend du fait que la structure de l'éther est plus ou moins à *gros grains*, qu'il s'agisse là d'un mouvement tourbillonnaire ou d'une structure tout autre. Le mouvement de la matière est considéré comme un simple transport de la distribution de tension d'une portion de l'éther à une autre; une sinuosité se propage le long d'une corde, sans que la corde bouge, il peut en être de même de la figure de tension qui garde la même forme pourvu que sa vitesse soit faible eu égard à la vitesse de propagation de la gravitation: L'auteur déduit les équations du mouvement d'une figure de tension; elles sont identiques à celles du mouvement de la matière ordinaire, pourvu que certaines conditions de symétrie soient réalisées. On montre ainsi sous quelles conditions un atome consistant en figures de tension aurait un nombre fini de degrés de liberté, et on fait quelques essais pour rechercher comment la gravitation et d'autres attractions peuvent résulter de la distribution de forces dans l'éther en état de tension. On fait ensuite l'examen des raisons pour lesquelles les éléments ont des propriétés fixes et on discute la *transmutation* de ces éléments. M. Fitzgerald, se reportant à la théorie qui fait de l'éther un solide élastique, dit que les plus récents mémoires de Sir W. Thomson sur la question ont jeté sur ce point un doute considérable. La propagation de figures de tension est un cas de mouvement d'ondes. Dans ses lectures il a assimilé le passage de la matière à travers l'espace à celui d'une goutte d'eau à travers la glace, celle-ci fondant en avant et la partie derrière la goutte se reglant: la partie à l'état liquide se propage de proche en proche. Quelques points soulevés dans le mémoire sont très intéressants, et c'est une bonne idée que d'attribuer la nature déterminée des atomes à ce que la matière est à gros grains. D'un autre côté la considération statique des figures de tension est impropre, car les conditions en définitive sont cinétiques. M. O. Lodge est d'accord avec M. Fitzgerald pour regarder le mouvement d'une sinuosité le long d'une corde comme un mouvement d'ondes.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 3 novembre.

W. H. Perkin: Le pouvoir rotatoire magnétique des solutions des sels de soude et d'ammoniaque de quelques acides gras. M. Perkin étudie les formiates, acétates, propionates, butyrates, de soude et d'ammoniaque. Il trouve que le pouvoir rotatoire des sels ammoniacaux

ne varie pas avec la dilution, et a sensiblement la même valeur à l'état solide ou à l'état dissous. Les sels de sonde conduisent à des conclusions analogues. — **Sir H. E. Roscoe et Frank Scudder** : Note sur l'action du gaz d'eau sur le fer. Les auteurs ont observé que dans la combustion du gaz d'eau, il se forme souvent sur le brûleur un dépôt qui contient du fer. Ce dépôt doit être attribué d'après eux à la présence dans le gaz d'un composé volatil du fer, probablement le fer-carbonyle de Mond et Quincke. D'après les expériences citées, l'oxyde de carbone contenu dans le gaz d'eau (dans la proportion de 39 %) attaquerait le fer à la température ordinaire, sous une pression de 8 atmosphères. — **Tudor Cundall** : Dissociation du peroxyde d'azote liquide. — **Arthur Grien et A. Lawson** : Ortho et parantirotholuidine. — **Sullivan** : Recherches sur les gommes du groupe de l'arabinose. Variétés dextrogyres. — **Emily Aston** : Quelques composés des oxydes d'argent et de plomb. — **Murray** : Electrolyse des solutions d'acétate de potassium, l'auteur croit avoir démontré que la formation de l'éthane est due, non à une oxydation partielle de l'acide acétique, mais à la réaction mutuelle des ions acétiques. (CH_3CO_2). — **Hogdkinson et Limpach** : Nouveau mode de préparation de l'oxyde de β -dinaphtylène.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Les lecteurs de la *Revue* ont certainement remarqué l'année dernière que, si l'Académie royale des Lincei suspend ses séances pendant l'été, son activité scientifique ne s'arrête point néanmoins. La publication de ses *Rendiconti* continue régulièrement; les comptes rendus suivants résument les nombreux travaux qui ont été présentés de juillet à octobre. La séance de rentrée de l'Académie a eu lieu le 15 novembre.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. Bianchi** : Sur les groupes de substitutions linéaires et sur les formes quadratiques de Dirichlet et d'Hermite. — **M. Del Re** : De cinq surfaces du 5^e ordre avec des droites simples et doubles, et une droite triple. Sur les couples de formes bilinéaires ternaires. — **M. Morera** rappelle qu'en thermodynamique, pour étudier l'état d'un corps, on fait usage de différents couples de variables indépendantes, suivant les problèmes que l'on a à résoudre. On développe les équations en prenant pour variables indépendantes la pression et le volume ou la température et le volume, ou, d'une façon plus générale, la température et une autre variable indépendante, dont le choix définitif est réservé dans chaque cas particulier. **M. Morera** s'est convaincu que, pour profiter, dans les diverses applications, de l'avantage offert par le choix judicieux des variables indépendantes et pour éviter la multiplicité des formules, il convient de développer les équations générales de la thermodynamique en établissant le calcul sur un système de deux variables quelconques. De cette manière on obtient des formules qui ne sont pas plus compliquées que les formules ordinaires, et qui sont d'une application facile dans les diverses questions. **M. Morera** donne une démonstration de ce qu'il affirme, et applique ses formules générales à l'étude des capacités thermiques des vapeurs. — **M. Cavalli** démontre le théorème suivant, conduisant à un nouveau tracé géométrique des turbines hélicoïdales : Le fillet fluide moyen dans chaque conduit mobile d'une turbine à hélice, parcourt une trajectoire formée par un arc de cycloïde ou de cercle, suivant que l'eau agit avec une réaction maxima ou nulle. Les trajectoires relatives à ces deux formes différentes d'action de l'eau sont reliées entre elles de manière que l'une appartient au cercle générateur de l'autre. — **M. Favaro** : Note sur un intéressant manuscrit inédit, relatif au système copernicien. Après avoir rappelé l'opposition que l'on faisait aux doctrines de Galilée et la fermeté que mettait ce dernier dans la défense des idées de Copernic, **M. Favaro** ajoute que Galilée, après le fameux jugement, ne put répondre

que très tard à une réfutation publiée par Ingoli, secrétaire de la Congrégation de propagande à Rome, de la nouvelle « hypothèse » de Copernic. Cependant une copie de cette réfutation parvint à Képler, qui au commencement de 1618 répondit dans un mémoire, dont le texte se trouve dans des manuscrits que possède l'Académie des Lincei. **M. Favaro** donne des arguments qui démontrent qu'il s'agit d'un document appartenant à Képler. Les deux mémoires inédits de Képler et d'Ingoli, seront publiés prochainement; il sera intéressant de comparer les deux réponses de Képler et de Galilée sur une même question.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. Grimaldi** décrit une nouvelle méthode expérimentale qu'il a inaugurée, pour la détermination de la chaleur spécifique des liquides à des températures supérieures à celles de l'ébullition sous une pression normale. Les recherches de l'auteur portent sur divers liquides, entre autres, sur l'éther. — **M. Grimaldi** a construit un appareil destiné à des recherches sur les oscillations hertziennes. Il a pu vérifier qu'un conducteur, isolé ou en communication avec le sol, se trouvant dans cette région de l'espace où se produit la propagation des ondes électriques, exerce une faible influence sur cette propagation, lorsqu'il n'y a aucune communication électrique entre le conducteur et les tiges ou fils métalliques autour desquels les onduations se propagent. On a pu voir, au contraire, que les conducteurs qui servent à la propagation des ondes électriques, ont une influence notable lorsqu'ils sont rapprochés, influence qui se manifeste par un retard dans la propagation du mouvement électrique. — **M. Gerosa**, se servant du magnétomètre, a déterminé la variation de l'intensité magnétique de tubes très petits et de très petites spirales en fer, de rayon variable, correspondant à une variation du champ de 0 à 10 et de 0 à 25 unités. Les tubes, seuls ou reliés entre eux ou introduits les uns dans les autres, se comportent d'une manière analogue à un fil de fer. L'intensité magnétique et l'aire d'hystérésis est peu différente d'un tube à l'autre, et présente une diminution très faible quand les tubes sont réunis. Un fil de fer introduit dans les tubes produit une variation dont la valeur s'approche de la moyenne arithmétique des valeurs données séparément par les tubes et par les fils. Les spirales à tours serrés présentent une faible intensité magnétique, presque toujours la même, qui s'accroît de très peu par leur réunion. La courbe se réduit à une droite, et l'aire d'hystérésis est formée par deux lignes peu différentes de deux droites. Un fil de fer introduit dans les spirales modifie moins les valeurs de l'intensité magnétique que dans le cas des tubes. Les spirales à tours éloignés présentent, pour les valeurs plus grandes du champ, une intensité magnétique voisine de celle d'un fil incliné sur la direction du champ, d'un angle égal à celui que les tours font avec leur axe; elles présentent une aire d'hystérésis qui s'accroît avec l'angle des tours jusqu'à une certaine limite et diminue ensuite. Les fils pliés en zigzag se comportent, pour l'intensité magnétique, comme les spirales, et l'aire d'hystérésis diminue régulièrement lorsque l'angle s'accroît. — **M. Gerosa** a étudié, en collaboration avec **M. Finzi**, la variation de l'intensité magnétique du fer cru et recuit, dans un champ variable de 0 à 20 unités, produit par des courants alternatifs. Pour ces expériences on substituait au magnétomètre, un électrodynamomètre de Bellati. Dans ces conditions le fer ne présente pas d'hystérésis. Le fer recuit a une perméabilité magnétique supérieure à celle du fer cru; et, tandis que, pour ce dernier, la courbe de l'intensité magnétique présente une inflexion, pour le fer recuit au contraire, cette inflexion manque à la courbe qui se rapproche de celle de Fröhlich. Pour le fer, la saturation magnétique arrive plus rapidement dans les champs produits par des courants alternatifs que dans celui fourni par des courants continus; mais, pour les premières valeurs de la force magnétisante, le fer présente une intensité

magnétique beaucoup plus faible. — M. Cardani a construit un électromètre absolu, à tubes communicants, pouvant servir pour des potentiels élevés. L'appareil est formé par deux disques en fonte à faces bien polies et parallèles, séparées par des petits cylindres en ébonite que l'on maintient dans une position parfaitement horizontale. Le disque inférieur a une cavité centrale, qui communique avec un tube en verre par l'intermédiaire d'un tube en fer assez long et replié à U. On remplit la cavité de mercure, qui arrive à une certaine hauteur dans le tube en verre; on verse alors de l'eau distillée dans le tube sur le mercure, et l'on ferme ce dernier avec un bouchon en caoutchouc traversé par le tube capillaire. L'eau monte dans le tube; on enlève l'excès jusqu'à ce que la surface du mercure se trouve au même niveau que la surface du disque en fonte. Si alors on met le disque inférieur en communication avec la terre, et le disque supérieur avec le corps dont on veut déterminer le potentiel, le mercure est attiré, et l'eau descend dans le tube capillaire. Au moyen d'une formule facile à établir on peut connaître, par l'abaissement de l'eau, le changement X de niveau du mercure causé par l'attraction électrique, et par conséquent le poids, en unités absolues, qui fait équilibre à cette attraction. D'autre part, cette attraction est connue, et l'on obtient la valeur du potentiel Δ par la relation $\Delta = d \sqrt{8\pi\sigma X}$, où d est la distance des disques, σ le poids spécifique du mercure, g l'accélération de la pesanteur. Le soulèvement du mercure dans la cavité du disque est négligeable par rapport à la valeur de d . En déterminant les déplacements du niveau de l'eau au cathétomètre et pour des potentiels correspondants à diverses distances explosives, M. Cardani a obtenu des valeurs qui sont d'accord avec ceux de Thomson et de Baille. Cet électromètre, simple, exact et peu coûteux, peut donc être très utile. — M. Montemartini rappelle comment Hempel, en ayant recours au noir de palladium, a réussi à déterminer l'hydrogène qui se trouve mêlé à l'air dans une proportion inférieure à la limite de combustion, ce qui empêche la détermination de l'hydrogène avec l'eudiomètre. M. Montemartini a imaginé un appareil qui, toujours à l'aide du noir de palladium, rend possible la détermination de petites quantités d'hydrogène qui se trouvent dans de grandes masses d'azote et de protoxyde d'azote. Il en donne la description et présente le résultat de quelques expériences. — MM. Vicentini et Cattaneo ont étudié la résistance électrique et le coefficient de contraction des amalgames de bismuth. Pour ces amalgames, comme pour les amalgames d'étain, la résistance électrique varie régulièrement quand elle est étudiée à des températures supérieures à la température de saturation. La résistance électrique reste la même lorsque, à une température donnée, on maintient les amalgames homogènes en les mélangeant. Le coefficient de contraction est d'autant plus petit que l'amalgame est plus concentré. — M. Grablovitz a déjà fait, en 1890, l'application dans le port d'Ischia d'une nouvelle méthode qui lui a donné de bons résultats pour la détermination des constantes de la marée lunaire. Or, depuis, M. Grablovitz a exécuté une série d'observations simultanées, pour étudier de quelle manière se fait la propagation de la marée dans les mers qui baignent les côtes italiennes; il présente une notice détaillée de ces observations qui jettent quelque lumière sur la question encore obscure des marées dans la Méditerranée. — MM. Koerner et Biginelli ont dirigé leurs recherches sur la fraxine, intéressant glucoside, découvert par Salm-Horstmar, que l'on tire de l'écorce du frêne (*Fraxinus excelsior*). La fraxine n'est pas encore bien connue; on supposait qu'il existait une certaine analogie entre elle et l'esculine. En étudiant les dérivés de la fraxine, les deux auteurs ont confirmé cette analogie. — M. Fileti s'occupe de la constitution du *cymène*, et il confirme le fait annoncé par Widman, que cette substance ne contient pas le propyl normal, mais qu'elle est un dérivé isopropyli. — M. Balbiano

donne la description d'une nouvelle série des composés de platine, qui dérivent des pyrazols. — MM. Gucci et Grassi-Cristaldi : Sur quelques dérivés de la santonine. — MM. Zatti et Ferratini : Sur l'action de l'iode de méthyle sur l' α -méthylindol. — M. Garzino : Sur la triphényltétrahydropyrazine.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. Passerini transmet une liste des espèces nouvelles des Champignons qu'il a recueillis dans les environs de Parme. — M. Sella donne les mesures goniométriques des quelques cristaux d'octaédryte qu'il a trouvés dans un caillou erratique dans le torrent Cervo (Biella). Le caillou est formé par une roche à base de tourmaline; ces cailloux sont fréquents dans le Cervo, mais on ignore la localité d'où ils proviennent. — M. Bolla donne des notices sur la composition et sur les gisements de granite et de gneiss qu'il a rencontrés dans ses excursions dans la Valtelline. — M. Mattiolo a fait l'analyse d'une Berthauptite, minéral qui existe dans les gisements argentifères du Sarrabus (Sardaigne). Cette Berthauptite est formée de cristaux mal définis, granulaires, groupés en masses le plus souvent ramifiées; elle a un aspect métallique et la couleur du cuivre. M. Mattiolo a reconnu que la Berthauptite du Sarrabus contient de l'antimoine (65,07), de l'arsenic (0,20), du nickel (32,94), du cobalt (0,29) et des traces de soufre, d'argent et de plomb. Cette composition se rapproche donc de la composition théorique NiSb de la Berthauptite. — M. Bucca développe des considérations dans le but de déterminer l'âge géologique du mont Capanne dans l'île Elba. — M^{me} Traube-Mengarini a fait des recherches sur la perméabilité de la peau. Plusieurs expérimentateurs se sont occupés du même sujet, soit en opérant sur la peau morte, soit en observant la pénétration dans la peau de quelques substances, pénétration que l'on provoquait en recourant aux frictions, aux bains, aux pulvérisations, et en cherchant dans les sécrétions les substances dont on avait fait usage. Mais les auteurs ne sont pas d'accord sur cette question. M^{me} Traube-Mengarini a repris les expériences, et pour éviter des modifications de la peau qui auraient altéré sa perméabilité, elle appliquait les substances sur la peau à l'aide d'un petit pinceau, trempé dans des solutions ayant la même température que l'organisme. Les liquides qui servaient pour les expériences étaient des solutions de carmin boracique, de ferro-cyanure de potassium, de la teinture d'iode. On appliquait ces solutions sur la peau du ventre du chien et sur les bords des mamelles de cet animal. Les observations microscopiques ont permis de reconnaître que les solutions de carmin et de ferro-cyanure traversent seulement la couche superficielle, la couche cornée, et qu'après elles s'opposent au passage de nouvelles quantités de solution. Au contraire l'iode, qui attaque la peau en se combinant avec les corps qu'elle contient, pénètre dans l'épiderme, et il est aisé, à cause de sa couleur, de suivre sa pénétration dans la peau. — M. Coggi s'occupe des vésicules de Savi et des organes de la ligne latérale des torpilles; dans une deuxième note il étudie le développement des ampoules de Lorenzini. — M. Bordoni Uffreduzzi a déterminé le degré de résistance que le virus pneumonique présente aux agents extérieurs, lumière et chaleur. Les résultats obtenus par d'autres expérimentateurs ne concordant pas, il était intéressant de reconnaître la résistance du virus pneumonique qui se trouve dans les crachats des malades, pour établir si dans ce genre d'affections on doit recourir aux pratiques de désinfection, auxquelles on a recours dans d'autres maladies dont les germes résistent longtemps à l'action de la lumière et du dessèchement. M. Bordoni Uffreduzzi a fait des inoculations avec de la substance virulente, après l'avoir exposée à l'air et au soleil; il reconnut qu'elle conservait intactes ses propriétés infectieuses après une exposition de soixante jours et douze heures d'insolation continuée. Cette résistance rend très facile la diffusion de la maladie, à l'aide des poussières qui se chargent, dans le

voisinage des malades, du virus desséché, mais actif, il en résulte qu'il faut recourir à une désinfection énergique des chambres où se trouvent des pneumoniques. — M. Penzo a étudié le bacille de l'œdème malin et les cultures de ce microorganisme anaérobie faites sur agar, dans du bouillon, à la surface des pommes de terre, etc. Ces cultures sont caractéristiques par la grande quantité de gaz produits par le bacille, gaz ayant l'odeur du fromage pourri. Le développement du bacille est complet entre + 37° et 39°; il s'arrête au-dessous de + 16°. Chaque bacille produit une spore unique. Celles-ci sont très résistantes; elles ne meurent pas quand on les expose, pendant dix minutes, à la vapeur d'eau bouillante (+ 99° environ), et, même desséchées, elles se développent encore, après avoir été exposées

pendant vingt heures à la lumière directe du soleil. Cultivé à l'abri de l'oxygène, le bacille de l'œdème conserve pour longtemps intactes ses propriétés. M. Penzo a reconnu en outre que les inoculations faites avec une culture très pure du bacille (ainsi que l'ont observé MM. Vaillard et Vincent pour le tétanos) tuent les animaux, et que la mort est due seulement aux poisons qui se trouvent déjà formés dans la culture. L'action mortelle du liquide peut être exaltée par l'adjonction d'un peu de culture du *Bacillus prodigiosus* ou du *proteus vulgaris*. Le bacille de l'œdème se développe aisément dans les cultures mixtes avec ces deux derniers microorganismes, même en présence de l'oxygène, ce qui explique sa diffusion à la surface des terrains.

Ernesto Mancini.

NOUVELLES

LES EXPÉRIENCES DE M. CHAUVEAU SUR LE CIRCUIT NERVEUX SENSITIVO-MOTEUR DES MUSCLES

C'est sous ce titre que M. Chauveau a apporté à la Société de Biologie, dans sa séance du 28 novembre dernier, un ensemble de recherches expérimentales et de considérations théoriques sur le rôle des nerfs sensitifs des muscles. Il a expliqué comment lui était venue, au *Congrès international de médecine de Londres*, l'idée de reprendre la locution pittoresque de Charles Bell. Non pas qu'on puisse admettre aujourd'hui une *circulation nerveuse*, au sens strict du mot. Mais le schéma du circuit a paru commode à M. Chauveau pour présenter ses expériences sur le sens musculaire. Il y a pourtant dans sa pensée quelque chose de plus; on sent que l'image de cette circulation lui plaît. Et, de fait, ce qu'il a vu cadre bien avec l'idée du circuit.

C'est sur le cheval qu'il a opéré, profitant de dispositions anatomiques heureuses.

Le nerf du muscle sterno-maxillaire (sterno-mastoïdien) s'épuise entièrement dans ce muscle. En remontant vers son origine, on le trouve formé par la convergence de deux rameaux, l'un, venant du spinal, et exclusivement moteur; l'autre, venant de la deuxième paire cervicale, et exclusivement sensitif. L'excitation de ce nerf sensitif dans sa continuité ou dans son bout central après section, provoque une secousse du muscle *seul*, comme l'excitation du bout périphérique du nerf moteur. Il y a là un croisement d'effets parfaitement net, à la condition, bien entendu, qu'on n'ait pas appliqué une excitation trop forte au nerf sensitif, cas dans lequel le réflexe, suivant une loi bien connue, se généralise aux muscles du même groupe.

Si on observe l'influence de l'interruption du circuit sur les mouvements volontaires du muscle, on constate que la section de la partie centripète n'amène aucun changement sensible. Ceci paraît contradictoire avec la conception même du circuit. Mais voyons la seconde série d'expériences.

La tunique musculaire de l'œsophage du cheval, dans sa portion cervicale, reçoit l'influx moteur par des nerfs descendants, venant des nerfs pharyngien et laryngé externe. La sensibilité lui est donnée par des branches ascendantes émanées du vague, sortes de récurrents pharyngiens. La répartition distincte des fibres centripètes et des fibres centrifuges dans ces deux espèces de nerfs est absolue. Les nerfs sensitifs innervent à la fois la tunique musculuse et la muqueuse pharyngienne; mais la sensibilité de cette dernière a un rôle nul dans l'accomplissement régulier de la déglutition, comme le démontrent diverses expériences. On peut donc admettre pour ce qui suit qu'il s'agit exclusivement des nerfs musculaires.

Si l'on coupe tous les nerfs descendants, c'est-à-dire moteurs, évidemment l'œsophage est paralysé. La sec-

tion de toutes les fibres sensitives (dans le tronc même des vagues) rend impossible la déglutition : l'œsophage est paralysé, ou tout au moins ataxique, sauf dans sa portion tout à fait supérieure. — Inversement, l'électrisation des nerfs sensitifs produit la même tétanisation de l'œsophage que l'électrisation des nerfs moteurs, sauf qu'il y a un retard plus sensible.

Le mode d'action des nerfs œsophagiens affecte donc tous les caractères qui justifient la conception de Ch. Bell. Quel que soit le point sur lequel on *interrompt* le circuit, l'acte physiologique régulier accompli par le muscle est aboli ou profondément troublé dans sa coordination. Quel que soit le point où l'on *excite* le circuit, la contraction des muscles suit l'excitation.

Le muscle sterno-maxillaire, lui, nous l'avons vu, continue sa fonction physiologique quand le circuit nerveux qui l'anime est interrompu dans sa portion centripète. La différence avec ce qui se passe pour l'œsophage tient-elle à ce que les mouvements du premier sont soumis à l'influence de la volonté, tandis que les mouvements du second sont instinctifs? M. Chauveau ne le pense pas. Il fait remarquer que l'œsophage est un tout complexe, tandis que le muscle sterno-maxillaire est l'un des composants du groupe des fléchisseurs de la tête, groupe uni par une association fonctionnelle très étroite. Rappelant l'expérience de Claude Bernard, qui voyait la paralysie se produire dans la patte d'un chien seulement lorsqu'il en avait coupé *toutes* les racines sensitives, il conclut qu'il faudrait sans doute sectionner les nerfs sensitifs de tous les muscles du groupe pour paralyser le muscle sterno-maxillaire.

M. Chauveau aborde ensuite la question de l'aptitude que peut avoir le circuit sensitivo-moteur des muscles de la vie animale à provoquer des mouvements coordonnés sans le concours des centres supérieurs ou psychophysiologiques. Il a obtenu des faits expérimentaux qui démontrent cette aptitude. Chez des chevaux, après section du bulbe, il a suscité des mouvements respiratoires coordonnés par l'excitation des branches perforantes des nerfs intercostaux : il a observé aussi, après section de la moelle cervicale, des mouvements de défense exécutés par les membres pour répondre à une excitation cutanée. Il serait trop long d'entrer ici dans le détail; je ne puis non plus résumer en quelques lignes l'hypothèse qu'énonce M. Chauveau sur le mécanisme intime du circuit sensitivo-moteur des muscles. Cette analyse suffira sans doute à montrer l'intérêt de cette résurrection du concept de Ch. Bell et la valeur de l'hommage que M. Chauveau a voulu rendre « à la mémoire de l'un des fondateurs de la physiologie du système nerveux ».

L. LAPICQUE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

L'AVIATION DE DEMAIN

Toute conception nouvelle, toute invention ou découverte a besoin, pour germer, se développer et porter des fruits, d'un terrain intellectuel convenablement préparé. Faute de ces conditions favorables, l'idée demeure stérile, attendant le moment de sa viabilité. Démocrite entrevoit la théorie atomistique, Lucrèce la doctrine de Darwin; Papin constate la puissance de la vapeur; Volta engendre des courants électriques, et c'est au XIX^e siècle seulement que l'évolution intellectuelle fait mûrir ces grandes conceptions venues avant terme. Il n'est donc pas étonnant que l'idée si complexe de l'aviation, basée sur la connaissance exacte du vol des oiseaux, n'ait pu, faute d'un développement scientifique suffisant, d'un outillage et de méthodes d'investigation assez parfaits, entrer dans le domaine de l'étude et être ramenée sur son véritable terrain, celui de la mécanique.

De tous temps cependant, le problème avait séduit l'esprit des chercheurs. Au XVI^e siècle, la tradition nous montre Dante de Pérouse se lançant du haut d'une falaise, porté par un châssis tendu d'étoffe et exécutant avec succès, au-dessus du lac Trasimène, la première tentative de planement. Cet essai, qui portait en lui le germe de la solution du problème de l'Aviation et qui aujourd'hui eût été décisif, n'a pourtant laissé de trace que dans la légende.

Nous ne réferons pas ici l'histoire, suffisamment connu, des différentes idées qui ont été émises pour expliquer le vol des oiseaux, ni des tentatives nombreuses et trop souvent puériles

qui ont été faites pour résoudre le problème de la locomotion aérienne; nous nous bornerons à constater que jusqu'aux dernières années de notre siècle, la question n'a pas avancé d'un pas. La découverte de Mongolfier elle-même, loin de constituer un progrès scientifique utile, semble n'avoir servi qu'à égarer les recherches dans une voie qui ne pouvait réserver que des mécomptes. Si cette science de l'Aviation a si peu progressé jusqu'à présent, cela tient en grande partie à ce que les observateurs du vol des oiseaux étaient, pour la plupart, des naturalistes classificateurs, mais nullement des physiciens analysant les causes mécaniques. D'un autre côté, les savants qui, par voie d'expériences, recherchaient les lois de la résistance des fluides, ne s'occupaient guère de la corrélation de leurs travaux avec la question du vol. En outre, l'outillage propre à ce genre d'investigations ainsi que les méthodes scientifiques n'existaient pas, à proprement parler, et ce n'est qu'assez récemment que, grâce aux merveilleux appareils auto-enregistreurs et chronophotographiques dus au savant professeur Marey¹ la Nature a pu être, pour ainsi dire, saisie sur le vif.

Lorsque l'invention des ballons permit à l'homme de s'affranchir en quelque sorte de l'action de la pesanteur, l'opinion publique crut y entrevoir la solution cherchée : on pouvait se soutenir dans l'air; il ne restait plus qu'à se diriger. Nous ne nous attarderons pas à passer en revue les tenta-

¹ Voyez, à ce sujet, Marey : La Chronophotographie, dans la *Revue* du 15 novembre 1891, t. II, pag. 689 et suiv.

tives infructueuses qui ont été faites dans ce sens. Il est suffisamment acquis en principe que la propulsion d'un aérostat soulevant un poids déterminé exigerait un travail infiniment supérieur à celui qui serait nécessaire pour faire avancer dans l'air, à la même vitesse, un aéroplane chargé du même poids, et qu'en outre il ne peut exister de ballon capable de résister aux vitesses que comporte la locomotion aérienne, vitesses nécessairement supérieures à celle des courants aériens.

Aussi, vers le milieu de ce siècle, une réaction commença à se produire contre le principe de l'aérostat, et la lutte s'engagea entre le *plus léger* et le *plus lourd* que l'air.

Tandis que les partisans des aérostats, pour la plupart aéronautes de profession, entretenaient la vogue des ballons en frappant l'esprit des masses par des ascensions publiques, les apôtres du *plus lourd que l'air* cherchaient la solution du problème dans l'imitation de la Nature. La question du vol fut remise à l'étude, ainsi que celle de la résistance de l'air; on discuta, on soutint des polémiques sur le sinus simple et le sinus carré comme mesure de la sustentation; on élaborait différents projets d'appareils volants, qui peuvent se ramener à trois types principaux : l'*Hélicoptère*, l'*Orthoptère* et l'*Aéroplane*.

I

Le premier système, préconisé par le vicomte Ponton d'Amécourt, MM. Lalandelle, Nadar, Forlani et d'autres, était basé sur l'emploi d'une ou de plusieurs hélices à axes verticaux ou légèrement obliques, actionnées par un moteur convenable; ces hélices devaient servir à soutenir en l'air le poids de l'appareil et à le faire avancer. On construisit de petits jouets à ressort, qui en effet parvenaient à s'enlever pendant un instant. Les partisans du système crurent un moment toucher au but tant désiré. Mais lorsqu'on se rendit compte du travail dépensé pour projeter en l'air ces petites hélices, on comprit bien vite que les moteurs dont on disposait seraient incapables de produire un tel travail pour le poids exigé. En outre, dans l'hélicoptère, l'effort vertical sur l'arbre de l'hélice doit être au moins égal au poids de l'appareil à soulever; or nous verrons plus loin que ce même effort, appliqué à une hélice horizontale, est en état de soutenir et faire avancer un aéroplane chargé d'un poids de 20 à 25 fois plus considérable. L'hélicoptère est donc un système dont le rendement est plus que défectueux; aussi ne compte-il plus aujourd'hui que peu d'adeptes. L'idée de l'hélicoptère se retrouve déjà dans un petit appareil de démonstration, présenté à la fin du siècle dernier à l'Académie française par Launoy et Bienvenu.

Le second type d'aviateur, dit orthoptère, reposait sur l'imitation directe du vol de l'oiseau : il consistait dans l'emploi d'ailes horizontales ou légèrement inclinées, au nombre de deux ou de quatre mises en mouvement par un moteur léger et qui devaient alternativement s'élever et s'abaisser pour soutenir l'appareil dans l'air. L'inclinaison des ailes assurait la propulsion, la queue servait à la direction. Dans les projets primitifs, les ailes étaient disposées de manière à s'ouvrir pendant le relèvement, à la façon des lames d'une persienne, afin de ne pas éprouver de la part de l'air de résistance nuisible; car c'est ainsi qu'on se représentait encore le mécanisme de l'aile de l'oiseau; on supposait que, pendant le relèvement, les rémiges de l'aile s'écartaient en pivotant sur le champ pour laisser librement passer l'air. Ce n'est que grâce aux remarquables travaux de M. Marey que cette conception, très ancienne d'ailleurs, fut modifiée. Ce savant physiologiste parvint, au moyen d'appareils auto-enregistreurs, à faire inscrire à l'aile même toutes les phases de son mouvement. Il démontra que la pointe de l'aile pendant l'abaissement se porte en avant, et qu'elle recule pendant le relèvement, décrivant ainsi une sorte d'ellipse inclinée de haut en bas et d'arrière en avant. Pendant l'abaissement, la face inférieure de l'aile s'oriente légèrement vers l'arrière, tandis qu'elle se tourne vers l'avant pendant le relèvement. On supposa donc que l'aile, pendant l'abaissement, rencontre de la part de l'air une résistance normale, presque verticale, qui se décompose en deux forces : l'une, de beaucoup la plus considérable, verticale, servant à la sustentation; l'autre, moindre, horizontale, donnant la propulsion : pendant le relèvement l'aile coupe l'air par son arête antérieure.

Les partisans de la théorie orthoptère, MM. Hureau de Villeneuve, du Hauvel et d'autres étudièrent des appareils volants à ailes battantes dont les mouvements se rapprochaient le plus possible de ceux observés dans la Nature. On construisit des jouets du même système, très habilement agencés, mus par des caoutchoucs tordus; ces petits appareils traversaient une salle en volant, donnant pour ainsi dire raison à la théorie orthoptère.

Cependant, lorsqu'on soumet au calcul la résistance éprouvée par un plan de la dimension de l'aile d'un oiseau, s'abattant dans l'air avec la vitesse réelle observée chez cet oiseau, on arrive à un chiffre de beaucoup inférieur au poids de l'oiseau en question. L'académicien Navier avait déjà fait autrefois ce calcul pour déterminer le travail dépensé par un oiseau : afin d'arriver à une résistance égale au poids de l'oiseau, ce savant fut

obligé d'admettre un nombre de battements et des amplitudes tout à fait invraisemblables; aussi arriva-t-il à trouver qu'une hirondelle, pour se soutenir dans l'air, développait un travail de un dix-septième de cheval-vapeur! On voit que la thermodynamique n'existait pas encore. Plus tard, un autre savant, Babinet, pour la même détermination, a suivi une méthode différente, qui ne laisse pas de surprendre de la part d'un physicien de valeur. Un corps grave, prétendait-il, sous l'influence de la pesanteur, tombe d'une certaine hauteur en une unité de temps; il faudra donc, pour l'empêcher de tomber, lui restituer dans la même unité de temps un travail équivalent à son poids élevé à la hauteur de sa chute. Pour apprécier la valeur de ce raisonnement, il suffit de remarquer que le chiffre auquel on arrive ainsi dépend uniquement du choix de l'unité de temps. On peut encore, par des expériences directes, démontrer l'insuffisance de l'appui normal de l'aile, en faisant osciller un plan de la dimension d'une aile frappant l'air avec la vitesse réelle du battement.

Devant ces calculs et ces expériences qui battaient si violemment en brèche la théorie orthoptère, ses partisans cherchèrent à l'étayer au moyen d'arguments nouveaux. Ils trouvèrent que la résistance du coup d'aile augmentait lorsqu'il avait lieu dans un air immobile, par conséquent dans des couches d'air toujours nouvelles. C'est ce qui, précisément, avait lieu pendant l'avancement de l'oiseau. Déjà, au commencement du siècle, Sir G. Cayley avait formulé cette hypothèse qui portait indirectement en elle le germe de la vérité; venue avant son heure, elle passa inaperçue. Cette conception semblait aussi confirmée par une belle expérience de M. Marey, qui consistait à remorquer un pigeon vivant à l'extrémité d'une potence tournante : les battements des ailes du pigeon, très fréquents lorsque la vitesse du manège était faible, diminuaient à mesure qu'augmentait la vitesse d'entraînement et finissaient même par cesser complètement lorsque le manège tournait à une vitesse suffisante. Une expérience analogue avec des ailes artificielles amène aussi aux mêmes résultats, c'est-à-dire à prouver que la résistance de l'aile battante augmente lorsqu'il y a un avancement. On serra de bien près la vérité, on avait une intuition du phénomène; il ne s'agissait que de le soumettre à l'analyse mécanique.

II

C'est en 1883 que, pour la première fois, fut énoncé d'une façon explicite et développé le principe que l'aile battante se comporte, pendant l'avancement de l'oiseau, à la façon d'un véritable

aéroplane¹. En effet, jusque-là, les mouvements de l'aile avaient été rapportés au corps de l'oiseau immobile dans l'espace; on n'avait guère tenu compte du mouvement de translation du volateur, mouvement dont la vitesse est de beaucoup supérieure à celle du battement même. Si l'on compose les mouvements de l'aile pendant une révolution complète, suivant le schéma indiqué par M. Marey, avec le mouvement de translation du corps de l'oiseau, on constate que la face supérieure de l'aile rencontre toujours l'air, tant pendant l'abaissement que pendant le relèvement, sous un petit angle d'incidence, sensiblement constant; l'aile joue donc le rôle d'un *aéroplane mobile*, tandis que la surface inférieure du corps et la queue servent d'*aéroplane fixe*. Par conséquent, si l'on considère les choses non comme elle nous apparaissent, mais comme elles sont, autrement dit, si l'on tient compte de l'avancement de l'oiseau, le système orthoptère revient à celui de l'aéroplane, et les trois types du *plus lourd que l'air* se trouvent ainsi réduits à un seul. Nous verrons par la suite qu'un aéroplane de surface égale à celle d'un oiseau, avançant avec la vitesse observée pour cet oiseau, est parfaitement en état de soutenir dans l'air le poids du volateur; aussi, si les jouets orthoptères construits par MM. Penaud, Hureau de Villeneuve, Tatin, etc., ont volé, c'est que, pareillement aux oiseaux, ils se sont comportés comme de petits aéroplanes mobiles.

Cette conception de l'oiseau aéroplane a l'avantage de faciliter singulièrement l'intelligence du vol, de permettre d'en établir les lois mécaniques et aussi de déterminer à l'avance la voie à suivre pour la solution du problème de l'aviation.

Une fois admis en principe que l'oiseau dans son vol se comporte comme un véritable aéroplane animé, il s'agissait d'étudier au point de vue mécanique l'aéroplane lui-même, d'établir ses conditions de mouvement, d'étudier les rapports des poids supportés, des angles d'incidences, des dimensions des surfaces portantes, des vitesses de translation, du travail nécessaire à la propulsion, de se rendre compte des questions de stabilité, enfin de vérifier si l'observation du vol des oiseaux se trouvait toujours en accord avec les déductions de la théorie aéroplane. Voici la voie qui a été suivie pour cette étude :

Une surface plane avançant horizontalement et

¹ Communication faite le 13 avril 1885 par S. Drzewiecki à la Société Impériale Technique de Saint-Petersbourg, parue dans les Comptes rendus de la Société; reproduit en français par l'auteur en 1889, à Paris, au Congrès International Aéronautique; publiée dans l'*Aéronaute* de novembre 1889, et en brochure sous le titre : *Les oiseaux considérés comme des aéroplanes animés*, brochure analysée dans cette Revue, tome II, page 135. (Note de la Rédaction.)

rencontrant l'air sous une certaine incidence éprouve de la part de cet air une résistance normale au plan; la résistance est fonction de la dimension de la surface, de la vitesse d'avancement et de l'angle sous lequel l'air vient frapper le plan; elle peut se décomposer en deux autres forces: l'une verticale, opposée à la direction de la pesanteur (sustention); l'autre horizontale, opposée à la direction du mouvement (résistance à l'avancement). Ces deux composantes se déduisent facilement de la résistance normale par le principe de la composition des forces. Malheureusement nous ne possédons encore que fort peu de données exactes sur la résistance des fluides aux plans obliques; les formules théoriques, telles que celle de Newton, par exemple, sont loin d'être conformes à la réalité, et les expériences directes sont trop peu nombreuses pour autoriser des déductions rigoureuses. Cependant on doit à quelques habiles investigateurs, particulièrement au colonel Duchemin, des formules empiriques, établies sur les résultats d'expériences qui permettent de calculer, avec une approximation suffisante, la résistance que l'air oppose à un plan oblique en mouvement. C'est par ce moyen qu'on a pu calculer une série de valeurs de la charge que peut soulever un mètre carré de surface plane avançant horizontalement dans l'air à différentes vitesses et avec incidences variables. Dans ces mêmes conditions de vitesse et d'incidence, on a calculé aussi le travail nécessaire pour la propulsion de cette surface d'un mètre carré; pour cela peuvent servir d'autres formules empiriques qui déterminent les différents éléments de la résistance nuisible éprouvée par le plan, tels que ceux dus aux frottements, à la forme de l'appareil, à son inclinaison, etc. En comparant les deux tableaux dressés sur la base de ces calculs pour des conditions identiques de mouvement, on trouve que le *maximum de sustention pour le minimum de travail dépensé correspond toujours à un angle d'incidence constant* voisin de 2° , plus exactement $1^\circ, 50' 45''$. Cet intéressant résultat porte à croire que les oiseaux, en tant qu'aéroplanes, règlent toujours leur incidence de façon à profiter de cette loi, et, dans l'étude des aviateurs aéroplanes, c'est cette incidence la plus favorable qu'il faut avoir en vue. Par conséquent, si dans les équations qui donnent la valeur de la sustention et du travail nécessaire à la propulsion d'un mètre carré en fonction de la vitesse et de l'incidence, on remplace cette incidence variable par sa valeur optima, on obtient en fonction de la vitesse seulement, les expressions de la sustention et du travail. On peut calculer ainsi: le poids que peut porter un mètre carré d'aéroplane avançant horizontalement dans l'air sous l'incidence optima et à une vitesse dé-

terminée (appelée *vitesse normale*), le travail nécessaire pour propulser ce mètre carré d'aéroplane et aussi la surface nécessaire pour porter un kilogramme de charge, ainsi que le travail dépensé à cet effet toujours dans les mêmes conditions d'incidence et de vitesse. Ces quatre équations, donnant les valeurs indiquées en fonction de la vitesse normale, permettent de calculer cette vitesse lorsqu'on attribue une valeur quelconque à l'une des quatre autres inconnues, et de cette façon tous les éléments du problème deviennent déterminés.

Ces lois fondamentales de l'aviation aéroplane nous amènent aux conclusions suivantes:

1° La sustention du volateur aéroplane est la conséquence directe de son avancement en tant que composante verticale de la résistance normale éprouvée par le plan rencontrant l'air sous une petite incidence;

2° Tout le travail dépensé par le volateur est utilisé directement pour sa propulsion horizontale;

3° Le minimum de travail donnant le maximum de sustention correspond au cas où l'aéroplane fait avec la direction du mouvement un angle d'incidence constant un peu inférieur à 2° ;

4° Dans ces conditions d'incidence optima, afin que la translation reste horizontale, il faut que chaque volateur possède une vitesse propre, *vitesse normale*, dépendante de la charge relative de l'aéroplane; de sorte que les volateurs plus lourds doivent, pour se soutenir, avancer plus vite que les volateurs moins chargés;

5° Le travail dépensé par la propulsion est directement proportionnel à la vitesse normale et au poids du volateur. Il en résulte que, pour la vitesse normale et l'incidence optima, la résistance à l'avancement, par unité de poids porté, est une constante; elle est de 4 à 5 0/0 du poids de l'aéroplane. Un kilogramme d'effort horizontal permettra donc de supporter 20 à 25 kilos de charge.

III

Ces lois fondamentales avec toutes leurs déductions sont absolument applicables au vol des oiseaux. Il est incontestable, par exemple, qu'un oiseau ne peut se soutenir dans l'air qu'à la condition d'avancer. Pour un oiseau en plein vol, l'incidence constante de son corps et de ses ailes est tellement faible qu'on serait tenté de supposer l'oiseau parfaitement horizontal. En tant qu'aéroplane, l'oiseau aurait avantage à tenir ses ailes immobiles et constamment étendues; s'il est obligé, dans le vol ramé, de battre des ailes, c'est que ces organes lui servent en même temps de propulseurs. La propulsion est due en partie à la petite composante horizontale de la résistance de l'air, normale

à l'aile, qui, ainsi que l'a démontré M. Marey, pendant l'abaissement tourne vers l'arrière sa face inférieure; mais cette composante seule serait probablement insuffisante à la propulsion, d'autant plus que pendant le relèvement elle est dirigée dans le sens opposé, et par conséquent devient une résistance à l'avancement. Aussi faut-il chercher le vrai propulseur de l'oiseau dans les extrémités flexibles des grandes rémiges de l'aile, qui agissent à la façon d'hélices flexibles. Ce voile élastique de l'aile joue en aviation un rôle très important. L'observation nous apprend que chaque espèce d'oiseau possède une vitesse propre de translation (vitesse normale); qu'elle est plus considérable chez les espèces lourdes et moindre chez celles qui sont munies de grandes voilures. Ainsi un canard qui porte jusqu'à 11 kilos par mètre carré de surface est-il obligé, pour se soutenir, de voler à une vitesse bien supérieure à celle de l'hirondelle ou l'alouette, dont la charge par mètre carré ne dépasse guère 1,5 kilogr. Lorsqu'un oiseau, l'hirondelle ou le pigeon, par exemple, désire accélérer son allure, il diminue sa voilure, en ployant à demi les ailes et serrant la queue qui joue le rôle, non de gouvernail, comme on l'a cru longtemps, mais bien de voile supplémentaire. La vitesse est indispensable à l'oiseau pour s'enlever de terre; aussi voyons-nous les oiseaux à l'essor acquérir cette vitesse soit par une chute d'un endroit plus élevé, soit par la course ou le saut; faute de vitesse suffisante l'oiseau ne peut pas s'enlever; cette particularité est bien connue des chasseurs. Lorsqu'un oiseau à l'essor n'a pas encore atteint la vitesse normale, on le voit augmenter sa voilure à outrance, déployer ses ailes à la dernière limite de leur mesure et étaler sa queue en éventail; lorsqu'au contraire il est arrivé à sa vitesse nécessaire, les ailes reviennent à leur déploiement moyen et la queue se referme. Si l'on calcule, d'après la théorie aéroplane, le travail nécessaire à l'oiseau pour sa propulsion, on trouve qu'il n'excède en rien le travail musculaire moyen des autres animaux par unité de poids de muscle. Au lieu de trouver, comme Navier pour la théorie orthoptère, qu'une hirondelle dépense un dix-septième de cheval-vapeur, on arrive à établir que le kilogramme de muscles pectoraux d'un oiseau, qui représente environ un sixième du poids total, doit produire un travail de 5 à 6 kilogrammètres, ce qui ramène à 15 kilos environ le poids du cheval-vapeur. C'est à peu près le travail normal des muscles de la plupart des animaux; c'est aussi le chiffre que donne la mesure directe de la force des pectoraux chez les oiseaux, chiffre confirmé par les expériences thermodynamiques. Nous ne nous attarderons pas ici à multiplier

les exemples qui serviraient à démontrer la parfaite concordance de la théorie aéroplane avec tous les phénomènes observés dans le vol, soit ramé, soit plané, ces deux modes de locomotion ne se distinguant d'ailleurs que par la propulsion, qui est active dans le premier, tandis que dans le second elle devient passive, c'est-à-dire qu'elle se produit aux dépens de la chute constante de l'oiseau dans l'air; nous nous bornerons à constater qu'il n'y a pas un mouvement, pas une manœuvre exécutée par l'oiseau qui ne trouve son explication rationnelle dans la théorie aéroplane¹.

IV

Il est encore un point très important dans la question du vol, c'est celui de la stabilité ou de l'équilibre dynamique de l'aéroplane. Les lois mêmes de la résistance de l'air se sont chargées de donner une solution simple à ce problème qui, à première vue, semble si difficile à résoudre. Avanzani avait déjà observé que, dans un plan exposé obliquement au choc d'un fluide en mouvement, la position du centre de pression dépendait de l'angle d'incidence du plan. Joëssel a établi, par des expériences directes, la loi de ce déplacement. Il a démontré qu'à 90° le centre de pression coïncide avec le centre de figure du plan, et qu'à mesure que le plan s'incline dans le courant fluide, ce point avance, suivant une loi mathématique (équation du limaçon de Pascal), jusqu'à une limite qui se trouve placée à un cinquième de la longueur du plan à partir de son arête antérieure. Cette remarquable loi du déplacement du centre de pression en fonction de l'incidence suffit au maintien automatique de l'équilibre longitudinal des aéroplanes. En effet, prenons un aéroplane dont l'équilibre dynamique est réglé pour l'incidence optima, par exemple; cela veut dire qu'à cette incidence les centres de gravité et de pression se trouvent sur la même verticale; supposons que, pour une cause quelconque, l'incidence vienne à augmenter: aussitôt, en vertu de la loi de Joëssel, le centre de pression se portera en arrière, tandis que le centre de gravité conservera son ancienne position: il se produira par conséquent un couple de forces tendant à diminuer l'incidence, qui décroîtra jusqu'au moment où les deux centres viendront de nouveau à coïncider. L'inverse aura lieu si l'incidence venait à diminuer: la stabilité de l'appareil sera donc par ce moyen automatiquement assurée. Les oiseaux, dans toutes leurs évolutions, se conforment inconsciemment à cette

¹ Pour plus de détails à ce sujet, voir la brochure déjà citée, « *Les Oiseaux considérés, etc.*... et aussi, du même auteur, *Le Vol plané*. Librairie E. Bernard et Cie, Paris, 1891

loi; par l'avancement ou le recul des pointes de leurs ailes, ils déplacent leur centre de voilure qui, à l'incidence optima, coïncide avec leur centre de gravité, situé pour cette raison, pendant le vol, à la partie antérieure de leur corps.

En ajoutant cette dernière loi de stabilité aux lois ci-dessus déduites pour les aréoplanes, on a un ensemble complet, qui permet, dès maintenant, de déterminer avec une approximation, peut-être assez grossière encore, mais déjà suffisante en principe, toutes les conditions du mouvement des aréoplanes; cela donne la possibilité de nous former une idée générale du phénomène du vol et de tenter la réalisation pratique d'appareils aviateurs.

V

Quant à l'étude plus précise de ces lois mécaniques dans tous leurs détails avec toute la rigueur scientifique, les méthodes d'investigation et l'outillage dont dispose la science contemporaine nous permettront certainement, avant peu, de connaître l'aérodynamique aussi parfaitement que les autres branches de la mécanique. A cet effet, deux méthodes s'offrent à nous. La première consiste à rechercher expérimentalement les conditions du planement artificiel avec propulsion active; la seconde, à étudier le mouvement d'appareils planeurs à propulsion passive. Ces deux méthodes sont du reste déjà en voie d'application.

Le professeur Langley, de Washington, a entrepris depuis quelque temps une série d'expériences basées sur la première méthode. A l'extrémité d'un bras de manège tournant, de 10 mètres de longueur, il remorquait des plans minces de dimensions variables, maintenus sous des incidences différentes et diversement chargés; au moyen d'un moteur à vapeur, il augmentait la vitesse de rotation du bras tournant, jusqu'à ce que la résistance de l'air rencontré par le plan oblique arrivât à soutenir ce plan; il enregistrait la vitesse nécessaire atteinte, ainsi que les indications correspondantes d'un dynamomètre de traction, qui mesurait l'effort horizontal exercé à la vitesse normale. En multipliant cet effort par la vitesse, on obtient le travail nécessaire à la propulsion. Les tableaux dressés ainsi par le savant américain diffèrent, il est vrai, un peu des tableaux calculés d'après la théorie aéroplane, pour des angles dépassant 2°; mais, précisément pour cette incidence optima, la plus intéressante en aviation, la concordance des résultats est absolue; cette concordance est d'une importance capitale, car elle est une éclatante confirmation de la théorie aéroplane qui n'est qu'une déduction rigoureuse de ces données premières.

A Londres, M. H. Maxim a refait des expériences analogues, en communiquant le mouvement au bras tournant au moyen d'hélices mues par un petit moteur électrique dont il mesurait le travail; cette méthode lui permettait d'étudier, du même coup, les rendements de différents types d'hélices. Les résultats des expériences de M. Maxim, peu connues encore, paraissent concorder aussi avec ceux de M. Langley.

A Berlin, M. Lilienthal a cherché à mesurer directement les deux composantes de la résistance qu'éprouvaient des surfaces concaves rencontrant l'air en mouvement à une vitesse déterminée. Il a trouvé que pour des surfaces courbes dont la forme se rapprochait de celle de l'aile d'un oiseau, la composante de sustentation n'était pas verticale lorsque le mouvement était horizontal, mais qu'elle était déviée de plusieurs degrés vers l'avant. Cette observation, qui exigerait toutefois une plus rigoureuse vérification, pourrait avoir des conséquences importantes pour l'aviation.

La seconde méthode pour l'étude des lois des aréoplanes consiste dans l'application de la chronophotographie à l'enregistrement des positions successives de petits appareils planeurs, convenablement réglés, glissant sur l'air devant un écran quadrillé. Cette merveilleuse méthode d'investigation, créée et perfectionnée par le professeur Marey³, permet de mesurer à tous les moments de la descente des petits planeurs, dont les surfaces et les poids sont connus, les vitesses, les accélérations, les incidences, la forme de la trajectoire, en un mot toutes les conditions du mouvement, et par là déterminer les forces agissantes sur le système, les réactions, les résistances, les coefficients, etc., en un mot tous les éléments d'un problème purement mécanique; ces éléments, soumis au calcul, permettront d'en poser les équations différentielles.

Ce qui contribuera surtout à faciliter ces recherches et à les rendre fructueuses, c'est qu'elles ne seront, pour ainsi dire, que la vérification expérimentale d'une théorie établie : on pourra donc isoler les phénomènes, les étudier un à un, et on arrivera sans nul doute, dans un très bref délai, à constituer ainsi une science complète et rigoureuse de l'aviation, science qui, hier encore, paraissait chimérique.

VI

Connaissant, dès aujourd'hui, dans ses traits généraux, la manière dont la Nature a résolu, pour les oiseaux, le problème du vol, s'ensuit-il que

³ Voyez à ce sujet l'article de M. Marey dans la *Revue* du 15 novembre, tome II, pages 589 et suivantes.

l'homme, dans ses essais d'application des mêmes lois mécaniques à l'aviation, doive aveuglément imiter la Nature? Certainement non. Et voici pourquoi.

Chez l'oiseau, la Nature a réuni en un seul et même organe deux fonctions distinctes. L'aile, cet appareil merveilleux de simplicité, est en même temps un aéroplane de surface, de position, d'inclinaison variables à volonté et aussi un propulseur, d'énergie modifiable; de plus, à un moment donné, lorsque l'oiseau se trouve dans la nécessité de descendre à terre, l'aile se ploie complètement et ne gêne en rien les fonctions de l'animal. Si ces différentes conditions sont, chez l'oiseau, réunies en un seul organe, c'est principalement à cause de l'harmonie générale qui règle le nombre des membres chez les Vertébrés, nombre qui reste constant malgré les modifications apportées à leur forme et à leur fonctionnement par l'évolution des espèces.

D'un autre côté, le mouvement alternatif des ailes, qui, pour de petits organes, est d'un rendement assez avantageux, devient très défectueux lorsqu'il s'agit de dimensions considérables et de masses importantes. Aussi la Nature ne pouvant pas réaliser d'organes à mouvement continu circulaire, à cause de l'isolement nécessaire de ces organes, isolement qui les priverait de leurs liaisons indispensables à la nutrition, se trouve-t-elle arrêtée pour la création de grands types de volateurs; c'est pourquoi nous voyons les grands oiseaux avoir presque exclusivement recours au vol plané et au vol à voiles, ces moyens de locomotion n'exigeant pas de propulsion active, par conséquent pas de mouvement alternatif des grandes ailes de ces volateurs, et lorsque ces oiseaux se trouvent dans la nécessité, tout à fait exceptionnelle, d'exécuter quelques battements, ce travail semble leur coûter un très grand effort.

Un appareil aviateur, d'un poids important, devra évidemment être soutenu par une surface aéroplane, de dimensions considérables; il ne sera donc pas rationnel de faire servir aussi cette surface comme propulseur, en l'animant d'un mouvement alternatif; le rendement d'un pareil système serait certainement très faible, à cause de la grande inertie des masses en mouvement; cette disposition, en outre, exigerait un mécanisme compliqué, une construction beaucoup plus solide et, par conséquent, un poids mort plus considérable. Il sera beaucoup plus avantageux, sous tous les rapports, d'établir un propulseur séparé, à mouvement continu, sous forme d'hélices, par exemple. Le mouvement des plans sustentateurs mêmes aurait encore un grave inconvénient, celui de faire varier constamment la position relative

des centres de gravité et de pression, ce qui irait au détriment de la stabilité. Chez les oiseaux, cette variation est constamment réglée, d'une façon réflexe, par le système nerveux; tandis que pour un aviateur, il faudrait des appareils automatiques très compliqués, extrêmement sensibles et qui n'arriveraient jamais à la perfection du merveilleux régulateur nerveux de l'oiseau.

Avec un plan sustenteur immobile, au contraire, et des hélices propulsives indépendantes, la position relative des centres est parfaitement fixe, une fois l'appareil réglé à une incidence déterminée, et la stabilité est assurée.

Ces considérations permettent de préjuger du type unique d'appareil aviateur appelé à résoudre pratiquement le problème de la locomotion aérienne.

Il devra se composer d'une surface aéroplane légèrement inclinée, semblable aux ailes étendues d'un grand planeur; il sera monté sur un bâti à roues, ce qui lui permettra d'acquiescer en roulant par terre la vitesse nécessaire pour s'enlever; un moteur suffisamment léger actionnera ses hélices propulsives, qui entretiendront dans l'air la vitesse normale de l'appareil, nécessaire à la sustentation; les déplacements du centre de gravité détermineront les différentes évolutions de l'aviateur. Le rapport du poids à la surface réglera la vitesse normale et le travail nécessaire à la propulsion horizontale.

Telles sont, en traits généraux, les conditions auxquelles devra se conformer l'aviateur de demain.

Ces conditions sont, dès aujourd'hui, réalisables. Grâce à la théorie aéroplane, nous connaissons suffisamment les lois qui déterminent les divers éléments mécaniques de l'appareil. Nous possédons aussi les matériaux nécessaires à sa construction: l'acier creux, l'aluminium, les bois légers, le bambou, la soie, matériaux dont les conditions de résistance sont parfaitement calculables.

On a déjà construit des moteurs à vapeur légers, pouvant produire, à poids égal, un travail double de celui des muscles pectoraux des oiseaux. Avec les hydrocarbures qui, sous un faible poids, emmagasinent une énergie considérable, nous pouvons concevoir des moteurs plus légers encore. Que demain le besoin s'en fasse sentir, et sans nul doute l'industrie moderne sera en état d'élaborer des types de machines dans les conditions demandées.

Enfin, la question de l'aviation a acquis aujourd'hui une position scientifique sérieuse. Des savants d'une haute valeur lui ont fait franchir le seuil des académies. Il se trouvera certainement des esprits éclairés qui tiendront à honneur d'apporter à la solution pratique du grand problème l'appui si

indispensable du capital, et d'attacher ainsi leur nom à l'une des plus glorieuses conquêtes du génie humain.

La question est mûre aujourd'hui; dans quelques années, dans quelques mois peut-être, elle sera pratiquement résolue. De toutes parts on y travaille ardemment. En Amérique, pendant que les remarquables expériences du P^r Langley se poursuivent à Washington, secondées par des capitaux considérables, à Chicago l'éminent ingénieur O. Chanute fait avancer la question au point de vue théorique. En Angleterre, M. H. Maxim, l'inventeur bien connu, aidé d'une puissante commandite, à la suite d'expériences analogues à celles du P^r Langley, construit en ce moment un appareil

aéroplane de grandes dimensions, mu par un moteur à vapeur de 300 chevaux. A Berlin, les travaux de Lilienthal semblent devoir prochainement recevoir une consécration pratique, grâce à l'appui d'un groupe financier.

La France, qui peut à juste titre être regardée comme le berceau de l'aviation, a toujours tenu la tête de ce mouvement scientifique. Est-ce à elle que reviendra, dans ce grand concours international, l'honneur de résoudre un problème qu'elle a tant contribué à avancer, et d'inaugurer, avec la fin de ce XIX^e siècle, si fécond en grandes découvertes, une ère nouvelle dans les annales de l'humanité?

S. Drzewiecki.

L'ÉLECTROMÉTALLURGIE DE L'ALUMINIUM

Les applications de l'électrolyse par fusion ignée avaient été limitées jusqu'à ce jour aux recherches de Davy sur la constitution des oxydes alcalins et alcalino-terreux, à celles de Bunsen sur la production des métaux alcalino-terreux et du magnésium, aux travaux d'Henry Sainte-Claire-Deville sur le chlorure double d'aluminium et de sodium; à ceux de MM. Mathiessen et Troost sur la production du lithium, à l'étude de M. Moissan sur la production du fluor.

Ce genre d'électrolyse n'était, en réalité, utilisé que dans les recherches purement spéculatives; j'ai voulu en faire le point de départ d'une série d'applications de l'électricité à la Chimie.

Suivant cet ordre d'idées, l'électrolyse par fusion ignée des sels halogéniques d'aluminium, était tout indiquée, en ce sens que sa réalisation devait fixer un double progrès : la solution d'un problème général, susceptible d'applications nombreuses, et la production facile d'un métal qui, considéré pendant longtemps comme le métal de l'avenir, est devenu le métal du présent.

J'ai cherché à déterminer également les meilleures conditions de *marche* de l'électrolyse des sels à l'état fondu, conditions qui se rapportent tout à la fois : à la *masse* du bain, à sa *température*, sa *fluidité*, sa *densité*, son *inaltérabilité*, sa *viscosité*; aux dimensions des électrodes (anode et cathode); à celles de la cuve qui contient le bain; enfin à la nature même des organes qui constituent l'appareil électrolytique.

Ces résultats divers n'ont pu être atteints que par la création d'un outillage spécial et nouveau. J'ai pu également établir la théorie du phénomène étudié et l'expression mathématique qui lie entre

elles les constantes du courant et celles de l'électrolyte.

I

CHOIX DE L'ÉLECTROLYTE; SES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES; SA RÉGÉNÉRATION. — Il y a deux genres de sels d'aluminium qui peuvent s'électrolyser à l'état fondu : les sels *halogéniques*, c'est-à-dire ceux où le radical acide est un halogène (chlore, brome, iode, fluor); les oxydes ou sels doubles constitués par de l'oxyde d'aluminium, combiné ou mélangé avec un sel halogénique d'aluminium : oxyfluorures, oxychlorures, etc.; et peut-être les sulfures.

Henry Sainte-Claire-Deville avait étudié plus spécialement les chlorures anhydres d'aluminium, et obtenu de petites quantités de métal; il interrompit ses essais et donna la préférence, pour la production industrielle de l'aluminium, au procédé chimique; il est juste de dire que ce savant ne disposait pas, à l'époque de ses recherches (1834), des puissantes sources d'électricité que nous possédons actuellement.

Nous avons repris, au commencement de l'année 1887, les expériences d'Henry Sainte-Claire-Deville et nous avons plus particulièrement étudié les chlorures et les fluorures d'aluminium.

A l'état de sel simple, le fluorure d'aluminium n'est fusible qu'à une température élevée (800°) et son point de fusion est très voisin de son point de volatilisation; c'est-à-dire qu'il passe directement de l'état solide à l'état gazeux, sans prendre l'état liquide. Le chlorure d'aluminium possède la même propriété, mais à une température beaucoup plus basse (185°).

Or, pour que l'action électrolytique se produise

normalement et se continue avec une marche régulière, il est *essentiel* que l'électrolyte se présente dans un état particulier de *fluidité*, le plus voisin possible de celui d'un sel en dissolution; il était difficile d'atteindre cet état avec les sels simples d'aluminium, étant donnée la manière dont ils se comportent à la chaleur.

On a songé à les combiner avec le sel d'un autre métal plus électro-positif, le sodium par exemple, à former ainsi un sel double, et, en plus, à mélanger ce dernier avec un excès d'un sel de sodium, ayant le même radical acide ou un radical acide différent.

Nous avons essayé successivement les mélanges suivants :

1^{er} MÉLANGE

Chlorure double d'aluminium et de sodium.....	40 parties
Chlorure de sodium.....	60 parties

2^e MÉLANGE

Fluorure double d'aluminium et de sodium.....	40 parties
Chlorure de sodium.....	60 parties

Le chlorure double d'aluminium et de sodium, même lorsqu'il est mélangé avec un excès de chlorure de sodium, est encore trop volatil et trop instable; il donne naissance, pendant tout le temps qu'il est maintenu à l'état fondu, à d'abondantes vapeurs; il est du reste très corrosif et d'un maniement difficile.

Le bain électrolytique, à base de chlorure d'aluminium, en raison de l'extrême volatilité de ce sel à la température de l'opération, s'appauvrit rapidement; il devient pâteux lorsqu'il ne renferme plus que de faibles proportions de chlorure d'aluminium, à moins qu'on atteigne la température de fusion du sel marin; à ce moment il ne reste plus dans le bain que des traces de sels d'aluminium; il est difficile de réaliser dans ces conditions une électrolyse régulière et surtout de longue durée.

Le bain, à base de fluorure d'aluminium, donne de meilleurs résultats : le mélange des deux sels que le forment, répond à la formule chimique : $6 \text{ NaCl} + \text{Al}^2 \text{ F}^3$, 3 NaF, exprimée en équivalents. Point de fusion : 675° . Point d'émission de vapeurs : 1.056° . Densité à 829° : 1,76. Coefficient de dilatation à l'état fondu : 5×10^{-4} . Conductibilité électrique à 870° : 3,1.

La conductibilité électrique C peut se calculer en fonction de la température au moyen de la relation :

$$C_t = 3,1 [1 + 0,0022 (t - 870^\circ)].$$

Pour un courant d'une intensité de 1.200 ampères, la masse du bain, nécessaire et suffisante, est représentée par un poids de 20 kilogrammes de matière.

A 800° , sa fluidité est assez grande pour que l'électrolyse s'opère normalement; sa volatilité assez faible pour qu'il ne se perde, en 24 heures, pas plus des $\frac{5}{100}$ de sa masse totale.

RÉGÉNÉRATION DU BAIN. — Au passage du courant électrique, le fluorure d'aluminium se décompose; l'aluminium se porte au pôle négatif, et en même temps sont mis en liberté, au pôle positif, du fluor qui se dégage dans l'atmosphère et du fluorure de sodium qui reste dans le bain. Si l'alimentation s'opérait avec de la *cryolithe* seule (fluorure double d'aluminium et de sodium), le bain s'enrichirait de fluorure de sodium et l'on serait vite arrêté à cause de l'excès de ce sel, ou bien l'on produirait du sodium au lieu d'aluminium.

On peut éviter cet inconvénient de deux façons.

(α) *Régénération du bain par le fluorure d'aluminium.*

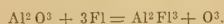
— Cette méthode était tout indiquée. Il suffit, en effet, de verser dans le bain, au fur et à mesure de la décomposition du fluorure d'aluminium, des quantités équivalentes de ce sel qui se combinent aussitôt avec le fluorure de sodium devenu libre, pour maintenir rigoureusement constante, pendant toute la durée de l'opération, la composition du bain.

(β) *Régénération du bain par l'oxyde d'aluminium ou alumine.* — Qu'arrive-t-il si, au lieu de fluorure d'aluminium, on ajoute dans le bain de l'alumine, à l'état de poudre fine, en ayant soin de verser cet oxyde au voisinage de l'électrode positive?

Première hypothèse. — L'alumine se dissout dans le fluorure de sodium libre ou dans la masse du bain et s'électrolyse en même temps que le fluorure d'aluminium. Elle peut former également, avec ce dernier sel, un oxyfluorure qui se dissoudrait dans le fluorure de sodium en excès ou dans la cryolithe qui est toute formée dans le bain.

Les résultats de l'expérience ne seraient pas conformes à cette première hypothèse.

Seconde hypothèse. — Au contact du fluor, qui est mis en liberté à l'électrode positive, l'alumine se transforme en fluorure d'aluminium :



qui se combinerait avec le fluorure de sodium libre.

C'est l'hypothèse que nous avons adoptée et qui du reste peut se vérifier par l'expérience. En fait, comme le fluor qui se dégage n'est pas complètement absorbé par l'alumine, il est nécessaire d'ajouter, en même temps que cet oxyde, des proportions de fluorure d'aluminium équivalentes au fluor perdu.

Voici la formule du mélange de sels employé à l'usine de Creil pour l'alimentation, et avec lequel on obtient de très bons résultats :

Alumine en partie desséchée⁶ ($\text{Al}^2 \text{ O}^3$, 2 HO)
Fluorure d'aluminium et de sodium $\text{Al}^2 \text{ F}^3$, 3 Na F
Oxyfluorure d'aluminium $\text{Al}^2 \text{ F}^3$, 3 $\text{Al}^2 \text{ O}^3$

Pendant tout le temps de l'expérience, le niveau du bain est maintenu constant par l'addition d'un mélange de chlorure de sodium et de fluorure double d'aluminium et de sodium aux proportions indiquées plus haut.

II

NATURE ET DIMENSIONS DU VASE QUI CONTIENT L'ÉLECTROLYTE; NATURE ET DIMENSION DES ÉLECTRODES. — Un électrolyte étant donné, il fallait établir un vase et des électrodes qui satisfissent à certaines conditions.

La cuve ou vase qui renferme l'électrolyte doit être inattaquable par les sels en fusion; outre qu'une détérioration nuirait à la constance du bain en y apportant des éléments étrangers, la cuve de ce fait serait rapidement mise hors d'usage.

Or, aucune substance, hormis le charbon, ne résiste à l'action corrosive des fluorures fondus.

Le problème, ainsi posé, a été résolu de deux façons.

On a adopté, en premier lieu, une cuve métallique (fonte) ayant la forme d'un parallélépipède, dont les arêtes présentaient une longueur variant entre 20 et 40 centimètres, suivant l'intensité du courant lancé dans l'électrolyte, intensité qui dans les premières expériences a varié entre 89 et 1.500 ampères.

Cette cuve, quelle que soit le métal qui la constitue, serait invariablement attaquée par le bain, sans l'artifice physique que représente la figure 1.

La cuve V est, revêtue d'une garniture en ma-

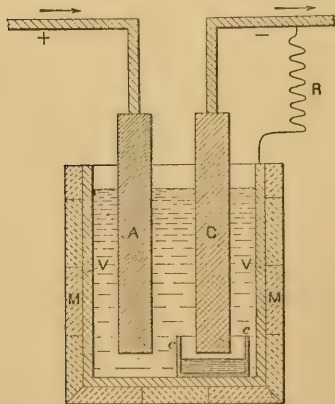


Fig. 1.

çonnerie MM qui la protège contre l'action des gaz chauds qui l'enveloppent.

Les électrodes (A, positive ou anode; D, négative ou cathode) sont constituées de charbon ag-

gloméré dont la composition est analogue à celle des charbons à lumière.

Immédiatement sous la cathode, est disposé un petit creuset *cc*, qui reçoit le métal fondu au fur et à mesure que celui-ci se dépose.

La cuve est établie en dérivation sur l'électrode négative, par l'intermédiaire d'une résistance R, dont la valeur est calculée de façon qu'il ne s'échappe par la cuve que les $\frac{5}{100}$ du courant total. Par suite les $\frac{95}{100}$ du courant total, qui traversent la cathode, agissent utilement pour l'électrolyse.

Grâce à cet artifice, les parois intérieures de la cuve sont continuellement recouvertes d'une couche d'aluminium très mince, qui les protège contre l'action corrosive du bain; en fait, l'aluminium reçu dans le creuset *cc* ne renferme que des proportions très faibles du métal de la cuve, proportions variant entre $\frac{2}{1000}$ et $\frac{5}{1000}$.

La figure 2 représente une autre disposition.

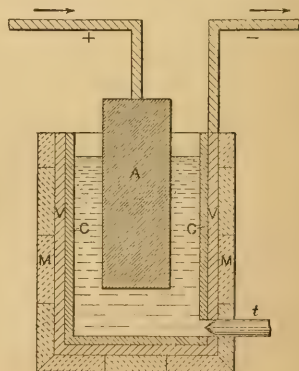


Fig. 2.

L'anode occupe le milieu du bain; la cuve elle-même sert de cathode; elle a la forme d'un parallélépipède et elle est en fonte; un trou de coulée (vers *t*) est ménagé à la partie inférieure du vase, par lequel s'écoule le métal.

Lorsqu'on désire produire de l'aluminium pur, la cuve reçoit intérieurement une garniture de charbon aggloméré CC. Si au contraire l'aluminium doit entrer ultérieurement dans un alliage dont le métal de la cuve est une des parties constituantes de cet alliage, la garniture CC peut être supprimée.

III

MARCHE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTROLYSE PAR FUSION IGNEE. — Le tableau suivant (tableau 1) témoigne de la régularité de l'opération :

TABLEAU 1.

DATE	DURÉE	INTENSITÉ DU COURANT	DIFFÉRENCE DE POTENTIEL AUX ÉLECTRODES	POIDS DU MÉTAL DÉPOSÉ
1887	heures	amp.	volts	gr.
7 mai.....	15	89	5.5	260
8 juin.....	12	124	5.5	320
13 juillet....	14	90	4.0	260
25 juillet....	24	113	4.5	570
30 octobre....	12	200	4.25	520
26 novembre..	12	142	4.75	380
10 décembre... 1888	12	160	5.75	420
27 janvier.....	12	110	5.0	270
4 février.....	13	180	6.0	500
24 mars.....	12	255	5.5	600
4 août.....	12	360	6.0	1000
1889				
23 juillet.....	22	650	5.8	2130
24 juillet.....	22	650	5.8	2559
20 septembre..	20	700	5.6	2600
10 octobre....	20	700	5.6	2600
20 novembre..	20	800	5.6	2800
1890				
7 février.....	7	1200	6.35	1680
2 mars.....	7 1/2	1330	6.00	1850
10 décembre... 1891	22	1500	4.55	6500

On remarque, en effet, que bien que l'intensité du courant ait varié dans de grandes proportions, puisqu'elle partait d'un minimum égal à 89 ampères et atteignait un maximum de 1500 ampères, abstraction faite du courant dérivé sur la cuve, la différence de potentiel aux électrodes restait sensiblement constante.

Ce résultat a été obtenu en augmentant la surface des électrodes proportionnellement à l'intensité, c'est-à-dire en maintenant constante la densité¹ du courant.

Et, remarque importante, chaque fois qu'on se départait de cette précaution, la marche du phénomène devenait irrégulière et ne pouvait être exprimée par aucune expression mathématique.

Le point qui correspond au 10 décembre 1890 a été obtenu avec une cuve, garnie de charbon intérieurement et servant de cathode (fig. 2); les autres chiffres d'expérience se rapportent à une cuve établie en dérivation (fig. 1).

Expression mathématique du phénomène électrolytique en fonction des constantes du courant. Lorsqu'on opère l'électrolyse d'un sel en dissolution avec des intensités de courant aux électrodes croissantes, et que la résistance de l'électrolyte reste invariable, les constantes électriques satisfont à l'équation :

$$(1) \quad \varepsilon = e + \rho I$$

ε n'est autre chose que la différence de potentiel aux électrodes,

ρ la résistance de l'électrolyte,

¹ On entend par densité de courant : l'intensité du courant qui traverse l'unité de surface : le centimètre carré.

e la force électromotrice de décomposition, l'intensité du courant.

L'expérience démontre que l'électrolyse par fusion ignée suit la même loi. Pour tous les points de l'expérience, en effet, qui correspondent à des densités de courant inférieures à 2,5 ampères pour la cathode et à 1 ampère pour l'anode, l'expression (1) s'applique rigoureusement.

FORCE ÉLECTROMOTRICE MINIMA e ; RÉTISTANCE ρ DE L'ÉLECTROLYTE. — On sait que la force électromotrice minima d'un électrolyte est proportionnelle à sa chaleur de formation c .

La chaleur de formation du fluorure d'aluminium à la température où s'opère l'électrolyse (810° à 980°) n'est pas connue, pas plus que celle des composés de fer et de silicium qui souillent parfois le bain.

Ces diverses quantités ont pu être déterminées par l'expérience, ainsi que la résistance de l'électrolyte qui y correspond.

Voici les résultats trouvés : les termes e et ρ de l'expression (1) sont remplacés par leur valeur :

	I	E	
		mesurée	calculée
	Amp.	Volts	
Sels de fer	75	1.45	1.45
($\varepsilon = 0.75 + 0.0093 I$)	147.5	2.20	2.11
	225	2.85	2.85
Sels de silicium	65	1.95	1.95
($\varepsilon = 1.37 + 0.0089 I$)	137.5	2.65	2.61
	217.5	3.35	3.31
Sels d'aluminium	100	3.00	3.08
($\varepsilon = 2.15 + 0.0085 I$)	130	3.28	3.25
	187.5	3.75	3.75

Ces chiffres conduisent directement à cette conclusion intéressante qu'on peut arriver, par une suite d'électrolyses fractionnées, à obtenir dans le même bac et avec une alimentation rationnelle toute la série des alliages de ferro-silicium, silicium-aluminium employés dans l'industrie, et, à la fin de l'opération, de l'aluminium pur. C'est du moins ce qui a été réalisé à Creil¹.

Poids du métal produit en fonction des quantités d'électricité (10) et (11). — Faisons remarquer que (10) représente la quantité d'électricité qui traverse l'électrolyte, exprimée en Coulombs (ampères-seconde). (11) représentera la même quantité exprimée en ampères-heure.

On a évidemment :

$$(2) \quad IH = \frac{10}{3600}$$

le poids d'aluminium mis en liberté par le

¹ MM. Bernard frères, qui étaient propriétaires de l'usine de Creil, installent en ce moment à Saint-Michel, près Modane, en Savoie, une station électrique où ces méthodes seront également appliquées.

passage d'un Coulomb, autrement dit l'équivalent électrochimique de l'aluminium, correspondant aux sesquies, étant égal à 0,095 milligrammes. La quantité du métal déposé pendant un ampère-heure (1 H = 1) se calcule ainsi :

$$(3) \quad P = 0,095 \times 3600 = 0 \text{ gr } 34.$$

D'après les poids du métal déposé, inscrits au tableau 1, dans les expériences effectuées à Creil, on n'aurait eu que les $\frac{60}{100}$ de cette dernière valeur, soit 0,204 d'aluminium par ampère-heure.

Dans certaines opérations on a pu atteindre cependant un rendement de $\frac{70}{100}$ ou même de $\frac{80}{100}$, mais alors on avait abaissé la différence de potentiel

correspondant à une dépense d'énergie dans les bains égale à un cheval-heure, s'exprimera ainsi :

$$(6) \quad P_1 = \frac{P_1}{W_{ch}} = \frac{0 \text{ gr. } 272 \text{ (IH)} \times 9,809 \times 75}{\varepsilon \times \text{(IH)}} \quad \text{d'où}$$

$$(7) \quad P_2 = \frac{200}{3}$$

On arrive à cette conclusion que le poids du métal produit pour une dépense dans les bains d'une quantité d'énergie équivalente à un cheval-heure, est indépendante de la quantité d'électricité qui traverse le bain; sa valeur est *inversement* propor-

TABLEAU 2

N°	COMPOSITION DU MÉTAL			NATURE DU TRAVAIL	RÉSISTANCE A LA RUPTURE EN KILOGR. PAR MILLIM. CARRÉ	ALLONGEMENT %
	Aluminium	Fer	Silicium			
1	99,5	0,18	0,32	Coulé.	10.	20.
				Martelé.	12,3	9,25
2	98,04	0,63	1,33	Coulé.	12,3	6,43
				Martelé.	13,9	21,00
3	98,22	1,28	0,50	Coulé.	10,95	2,42
				Martelé.	15,45	9,25
4	98,65	1,00	0,23	Laminé.	16,50	7,10
				Coulé.	12,80	6,66
5	97,50	1,06	1,44	Martelé.	14,97	1,83
				Coulé.	12,4	8,57
6	97,67	0,59	1,74	Martelé.	12,3	9,18
				Coulé.	14,5	3,57
7	96,80	1,60	1,60	Martelé.	15,5	10,00
				Laminé écroui.	23,5	3.
				Laminé recuit à 100°	15,1	17.
9	91,40	0,30	8,16	Laminé écroui.	18,2	13.
10	92,60	1,30	6,10	Coulé.	12,6	1,33
				Laminé.	15,6	2,75
11	89,80	1,57	8,90	Coulé.	17,1	2,85
				Laminé.	19,7	9,18
12	89,60	1,10	9.	Laminé écroui.	20.	1,40
13	93,40	6,60	6,6	Coulé.	6,2	0,7
				Martelé.	7,75	Nul
14	86,80	0,40	12,8	Laminé écroui.	18,80	7.

aux électrodes jusqu'à ce qu'elle atteignit une valeur de 4 volts. C'est le rendement de 80 % qu'il faut adopter pour l'avenir.

Il en résulte que le poids d'aluminium P_1 produit industriellement pourra se calculer en fonction de la quantité (IH) au moyen de la formule :

$$(4) \quad P_1 = 0 \text{ gr. } 34 \times 0,8 \times \text{(IH)} = 0 \text{ gr. } 272 \text{ (IH)}$$

POIDS DU MÉTAL PRODUIT EN FONCTION DE LA QUANTITÉ D'ÉNERGIE DÉPENSÉE DANS LE BAIN. — L'unité pratique d'énergie est le cheval-heure.

Pour une différence de potentiel ε aux électrodes, on aura, comme dépense d'énergie dans le bain, exprimée en chevaux-heure, l'équation connue :

$$(5) \quad W_{ch} = \frac{\varepsilon \text{ (IH)}}{9,8094 \times 75}$$

et par suite la quantité de métal produit P_2

tionnelle à la différence de potentiel aux électrodes.

Si l'on marche normalement avec une différence de potentiel aux électrodes de 4 volts, le poids du métal correspondant à une dépense d'un cheval-heure sera d'environ 50 grammes.

La force motrice totale nécessaire à la production d'un kilogramme d'aluminium descendrait à vingt-huit chevaux, en tenant compte des pertes subies par le moteur électrique et la transmission.

La dépense nécessitée par cette force motrice n'est pas très élevée, comme on le voit, même dans le cas où la machine dynamo-électrique serait actionnée par une machine à vapeur.

Elle peut être réduite considérablement par l'emploi des forces naturelles comme source d'énergie, ainsi que cela aura lieu à Saint-Michel, où la force disponible peut atteindre le chiffre de trente mille chevaux.

IV

L'ALUMINIUM ÉLECTROLYTIQUE PUR ET ALLIÉ. — L'aluminium qu'on obtient par l'électrolyse peut atteindre à un degré de pureté très élevé. C'est ainsi qu'on a produit à Creil des lingots dont la teneur en aluminium dépassait 99,5 %. Cependant l'aluminium à 98 % est plus recherché dans l'industrie; il se travaille à froid aussi bien que l'aluminium pur; il fond à la même température que ce dernier (625°) et présente plus de résistance. Les éléments qui constituent, suivant l'expression courante, les impuretés de l'aluminium, sont : le fer et le silicium. Nous avons pensé que le fer et le silicium pouvaient former avec l'aluminium de véritables alliages dont l'étude présenterait quelque intérêt. Le tableau 2 renferme les résultats d'une première série d'expériences.

Il y a lieu de faire quelques observations sur les chiffres qui précèdent :

1° La présence du silicium dans l'aluminium, contrairement aux idées généralement répandues depuis les recherches d'Henry Sainte-Claire-Deville, ne nuit pas aux qualités mécaniques de ce métal. Les alliages de silicium-aluminium présentent, au contraire, jusqu'à une teneur en silicium voisine de 13 %, une résistance supérieure à celle de l'aluminium pur. La présence du fer avec des propor-

tions dépassant 1,5 % devient nuisible. L'alliage type du silicium-aluminium aurait la composition suivante : aluminium 89, fer 1, silicium 10. Il pourrait atteindre, par le travail, à une résistance de 25 kilogrammes par millimètre carré et conserver un allongement variant entre 12 et 15 %. Un tel alliage s'appliquera à la construction mécanique à la place de l'acier doux dans une foule de cas spéciaux; il s'imposera toutes les fois que l'appareil à construire devra présenter avant tout une grande légèreté.

2° Les alliages du silicium aluminium, pour lesquels la teneur en fer n'excède pas 0,75 %, offrent une structure fibreuse semblable à celle de l'aluminium pur; de plus ils sont très homogènes et ne présentent aucune *liquation* en fondant. Ces propriétés caractéristiques résultent sans doute de ce que le silicium a le même *poids atomique*, la même *densité* et par suite la même *volume atomique* que l'aluminium, et qu'il peut, par conséquent, s'introduire dans la masse du métal sans changer sa structure moléculaire.

L'aluminium forme également avec le bore et les métaux usuels des alliages qui présentent un grand intérêt, industriellement parlant, et qui feront l'objet d'un article spécial.

Adolphe Minet,

Ingenieur, Directeur de l'usine d'aluminium de Saint-Michel (Savoie).

REVUE ANNUELLE D'AGRONOMIE

I. — PERTES ET GAINS D'AZOTE DES TERRES ARABLES

Fixation d'azote par les végétaux et les sols. — Depuis que Boussingault a montré, il y a plus de trente ans, que l'abondance de la matière végétale élaborée par la plupart des plantes de grande culture était étroitement liée à la proportion d'azote nitrique introduite dans le sol, qu'il eût ainsi établi que l'azote est le principal facteur de la fertilité, les agronomes n'ont cessé de chercher comment l'azote gazeux de l'atmosphère intervenait dans les phénomènes de la végétation.

Il semble au premier abord que si les trois dix-millièmes d'acide carbonique contenus dans l'air suffisent à fournir aux végétaux la masse énorme de carbone qu'ils renferment, les quantités prodigieuses d'azote de l'atmosphère doivent également être utilisées à la formation des proportions relativement restreintes des matières quaternaires des végétaux.

C'est là l'opinion que professa M. Georges Ville pendant bien des années. Il affirmait, avec expé-

riences à l'appui, que certaines plantes s'emparent de l'azote atmosphérique. Ces expériences toutefois étaient irrégulières, réussissant, échouant sans qu'on sût à quelles causes attribuer les échecs ou les succès. M. Boussingault en France, MM. Lawes et Gilbert en Angleterre avaient toujours échoué dans les expériences de vérification qu'ils avaient disposées.

M. Georges Ville toutefois maintenait son opinion avec fermeté, assurant que si, en se plaçant dans les conditions où avaient opéré ses contradicteurs, on ne pouvait pas constater la fixation de l'azote atmosphérique, il en était tout autrement si l'on commençait par donner au sol une certaine dose d'engrais azoté, notamment de nitrate de potasse; avec l'aide d'une faible quantité de cet engrais très efficace, 1 gramme par exemple pour une dizaine de kilogrammes de sable, on donnait aux plantes semées dans un sol stérile une vigueur qu'elles n'atteignent jamais quand on ne leur apporte aucune aide et il ajoutait que ces plantes devenues vigoureuses acquerraient dès lors la

propriété de fixer l'azote atmosphérique, de l'employer à l'élaboration de leurs tissus, tellement qu'à la récolte on trouvait dans ces végétaux infiniment plus d'azote que n'en avaient apporté la graine et l'engrais.

On avait reconnu d'autre part que des terres maintenues en prairies naturelles présentent une richesse en azote considérable; non seulement on savait que depuis des siècles les prairies hautes de montagne qui ne reçoivent aucun engrais se couvrent d'herbes qui servent d'aliment au bétail dont les produits descendent dans la plaine, et que malgré cette exportation constante d'azote, ces prairies présentent des richesses exceptionnelles de 5, 7 et 9 grammes par kilo; mais on avait en outre à Rothamsted et à Grignon montré par des dosages successifs d'azote que des terres maintenues en prairies de graminées s'enrichissent d'azote chaque année, malgré les prélèvements des foin exportés. Il semblait donc qu'effectivement l'azote de l'air intervient dans la végétation; mais on ignorait profondément le mécanisme de sa fixation quand, en 1884, M. Berthelot découvrit que les sols pauvres en matières azotées s'enrichissent en azote par une simple exposition à l'air, tant qu'ils n'ont pas été stérilisés par l'action du feu: d'où l'idée que la fixation de l'azote serait due à l'action d'un micro-organisme.

Cette mémorable découverte, même appuyée par le grand nom de son auteur, ne fut pas acceptée sans hésitation. L'azote est tellement inerte, indifférent, il faut le soumettre à des actions si énergiques pour n'en engager que des traces en combinaison, que l'étonnement était profond de le voir obéir à des bactéries, quand il résiste aux forces puissantes que nous mettons en jeu dans le laboratoire. On était donc encore quelque peu indécis quand nous arriva d'Allemagne la nouvelle que MM. Hellriegel et Wilfarth venaient de trouver, dans l'étude des légumineuses, la justification de l'opinion toujours soutenue par M. Georges Ville, en même temps qu'un solide appui aux idées de M. Berthelot.

Lorsqu'on arrache avec précaution les racines du trèfle, de la luzerne, des pois, des haricots, des lupins, on y découvre aisément de petits tubercules irrégulièrement distribués. Si l'on écrase un de ces tubercules sur une lamelle de verre pour l'examiner au microscope, on voit apparaître de nombreux organismes mobiles, des bactéries, qui sont l'agent actif de la fixation de l'azote atmosphérique.

Si, en effet, on cultive des légumineuses dans un sol privé de germes vivants et simplement additionnés de matières minérales, elles y végètent misérablement et leurs racines sont depour-

vues de nodosités; mais tout change comme par enchantement si l'on arrose ce sol stérile avec de l'eau dans laquelle on a délayé de la terre qui a porté des légumineuses; cette eau renferme des germes qui se développent sur les racines, provoquant la formation des nodosités, leur peuplement, et la plante devient vigoureuse, se couvre de fleurs, puis de fruits, comme si, au lieu d'être enracinée dans un sol stérile, elle végétait sur une terre fertile. L'eau de lavage qui a déterminé cette transformation ne l'a produite que grâce aux organismes qu'elle renfermait, car si on la fait bouillir, elle perd toute vertu. Au reste, M. Bréal a donné au Muséum, il y a deux ans, une preuve décisive de l'intervention des micro-organismes dans la fixation de l'azote par les légumineuses; pour réaliser sa remarquable expérience, il emprunte aux médecins le mode opératoire qu'ils suivent dans la vaccination: il pique avec une aiguille une nodosité bien formée sur une racine de luzerne et transporte sur une racine encore indemne de lupin, par exemple, les germes qu'il a empruntés au tubercule piqué; cette inoculation réussit merveilleusement; la plante, ainsi traitée, acquiert un développement normal, tandis qu'un pied voisin, issu d'une graine semblable à celle qui a donné la plante vigoureuse, mais qui n'a pas reçu les bactéries fixatrices d'azote, reste chétif et finit par mourir sans avoir, comme son voisin inoculé, emprunté à l'air une notable quantité d'azote.

Il semblait qu'on pût déduire avec certitude de ces expériences que l'azote atmosphérique était bien l'origine des matières azotées des légumineuses inoculées. Pour qu'aucun doute ne fût plus possible, il restait une dernière expérience à réaliser: il fallait non seulement voir l'azote augmenter dans les végétaux étudiés; il fallait, en outre, le voir disparaître d'une atmosphère confinée dans laquelle ils étaient maintenus.

Pour réussir dans une semblable tentative une rare habileté expérimentale était nécessaire; cette habileté, M. Schlessing fils ne la possède pas moins que son père. S'associant à un botaniste belge très distingué, M. Laurent, il a réussi, l'an dernier, à faire vivre des pois inoculés dans une atmosphère rigoureusement mesurée; les auteurs ont constaté que l'azote y diminuait d'une quantité précisément égale à celle qui avait été fixée, engagée en combinaison par la plante. Cette méthode directe vient donc appuyer les méthodes indirectes de dosage de l'azote combiné avec une telle force qu'elle triomphe de toutes les incertitudes.

Il est donc acquis que les légumineuses fixent l'azote de l'air et méritent absolument ce vieux nom de plantes améliorantes que leur avaient imposé les sagaces observations des praticiens.

Quel est le mécanisme de cette fixation d'azote? C'est ce qui reste encore un peu confus. Un grand nombre de micrographes se sont, cependant, attachés à cette question; M. Prazmowski notamment y a consacré plusieurs mémoires¹.

Il en résulte que les tubercules des racines n'apparaissent qu'autant que le sol renferme les germes des bactéries et que « ces tubercules sont des productions symbiotiques communes aux bactéries et à certaines parties des végétaux très élevés en organisation. Les bactéries trouvant dans le suc de la racine une nourriture appropriée à leurs besoins peuvent s'y multiplier durant une infinité de générations et se répandre de nouveau dans le sol pendant la vie de la plante hospitalière aussi bien qu'après sa mort. Quant à cette plante, la bactérie lui fournit le moyen de se pourvoir d'un aliment extrêmement important, l'azote, qui peut ne pas se trouver en quantité suffisante dans le sol.

« La légumineuse est cependant mieux partagée que la bactérie, puisqu'elle finit par s'en emparer pour en élaborer la substance à son profit; elle enferme les bactéries dans un tissu spécial protégé par une couche de cellules subérisées qui s'oppose à l'invasion d'organismes étrangers et en même temps à la sortie des bactéries prisonnières; elle dispose à l'extrémité extérieure des tubercules un méristème, un tissu perpétuellement en voie de cloisonnement, qui fournit constamment de nouvelles cellules aux bactéries et s'assure de cette façon des réserves successives de bactéries à mesure qu'elle digère celles qui occupent les parties inférieures des tubercules. Les faisceaux ramifiés dans la couche intermédiaire amènent les hydrates de carbone nécessaires à l'alimentation des bactéries et à la formation des matières albuminoïdes, et servent en même temps à conduire jusqu'aux organes aériens les substances résultant de la dissolution des bactéroïdes. La migration des principes immédiats est favorisée par la minceur extrême des parois cellulaires du tissu à bactéroïdes. Pour éviter enfin que les hydrates de carbone ne fassent défaut à un moment donné, une réserve d'amidon est déposée dans l'assise de cellules qui entoure directement le tissu à bactéroïdes.

« La structure anatomique du tubercule est donc admirablement adaptée aux conditions qui résultent des relations symbiotiques entre la légumineuse et les bactéries. »

Il est manifeste que la question est loin d'être

épuisée, et que si nous savons que la légumineuse profite de l'azote fixé par les bactéries qui pullulent dans les nodosités des racines, nous n'avons aucune idée du mécanisme de cette fixation. Il est certain qu'une matière aussi compliquée qu'un albuminoïde ne se forme pas de toute pièce et qu'elle n'est produite que par une série de synthèses analogues à celles qui, partant de l'aldéhyde formique, arrive jusqu'aux matières sucrées, de structure cependant infiniment plus simple que les albuminoïdes. Il reste donc de grands efforts à faire pour élucider complètement cette fixation de l'azote par les légumineuses.

Sont-ce seulement les plantes de cette famille qui ont la propriété d'utiliser l'azote de l'air, ou bien au contraire cette propriété se rencontre-t-elle à des degrés divers dans d'autres familles? C'est pour élucider ce sujet que MM. Schlœsing fils et Laurent ont disposé, pendant cette année 1891, une nouvelle série d'expériences non moins importantes que celles de l'an dernier. Ils ont encore employé simultanément les deux méthodes directes et indirectes qui se contrôlent l'une par l'autre : déterminant par de rigoureuses mesures les changements survenus dans l'atmosphère confinée où les plantes ont vécu, établissant d'autre part par des dosages d'azote, au commencement et à la fin des expériences, si le système plante et sol avait gagné l'azote gazeux disparu de l'atmosphère confinée.

Quatre plantes ont été mises en expériences : Topinambour, Avoine, Pois et Tabac; plusieurs vases renfermant le même sol que les précédents ont été en outre introduits dans les appareils, mais sans être ensemencés autrement que de délayure de terre.

La première série d'expériences a montré que de l'azote gazeux avait toujours disparu, mais en faible proportion, sauf dans le cas des pois, qui ont fixé une quantité notable d'azote; « la surface des sols s'était peu à peu et à divers degrés recouverte de plantes vertes, parmi lesquelles on a reconnu des mousses (*Eryum*, *Leptobryum*) et des algues (*Conferva*, *Oscillaria*, *Nitzschia*). A quelles espèces était due la fixation de l'azote, aux phanérogames, ou au contraire aux végétaux inférieurs? Pour le savoir, MM. Schlœsing fils et Laurent suppriment l'apparition des cryptogames en recouvrant la surface des sols, après l'enfouissement des graines et l'arrosage avec la délayure de terre, d'une couche de quelques millimètres de sable quartzeux; dès lors aucune trace de matière verte n'est apparue, et, sauf pour les légumineuses, on n'a plus observé la fixation d'azote.

Ainsi, tandis que dans ces expériences les sols nus, l'avoine, la moutarde, le cresson, la spergule

¹ M. Vesque, dont le nom est bien connu des lecteurs de la *Revue*, a donné des résumés de ces travaux dans les tomes XI, page 137, et XVI, pages 44 et 573 des *Annales agronomiques*.

n'ont pas fixé d'azote, on constate que certaines plantes vertes inférieures empruntent de l'azote gazeux à l'atmosphère.

Il y a là un point fort important, qui montre que l'ancienne expérience de Boussingault, pendant laquelle il n'avait observé aucune fixation d'azote gazeux sur le développement du *Penicillium glaucum* sur le sérum du lait, n'avait pas la portée générale que, très à tort, on lui avait attribuée.

L'expérience de MM. Schlœsing fils et Laurent explique sans doute, partiellement au moins, les désaccords qui se sont produits entre M. Georges Ville et les personnes qui ont voulu répéter ses expériences et n'ont pu réussir.

Quand, dans un laboratoire de physiologie, on emploie des liqueurs nutritives renfermant des nitrates, on y voit très rapidement apparaître des algues; il n'est pas invraisemblable que les sols de sable de M. Georges Ville, additionnés de nitrates, aient été parfois envahis par ces végétations cryptogamiques, fixatrices d'azote qui, enrichissant le sol de leurs dépouilles, ont permis à la plante en expérience d'acquiescer une dose d'azote supérieur à celle qu'on avait ostensiblement fournie. Si, d'autre part, les autres observateurs ont préservé leurs sols de l'envahissement des cryptogames, si surtout le manque de nitrate ajouté n'a pas favorisé ces envahisseurs, ils n'ont pu observer la fixation d'azote libre; de là les désaccords.

Les expériences de MM. Schlœsing fils et Laurent expliquent également les fixations d'azote considérables qui se produisent dans les sols maintenus longtemps en prairies, auxquelles nous avons fait allusion plus haut; ces enrichissements ont été constatés par MM. Lawes et Gilbert dans une prairie de Rothamsted; j'ai reconnu moi-même à Grignon qu'un sol qui, n'accusant plus que 1^{re}50 d'azote par kilo en 1879, en accusait 1^{re}60 en 1881, 1^{re}77 en 1885 et 1^{re}98 en 1888. Si l'on admet que la terre d'un hectare pèse 4.000 tonnes, on trouve que de 1879 à 1888 la prairie a gagné par son sol 1.920 kilos d'azote, auxquels il convient d'ajouter 1.210 kilos enlevés par les récoltes, soit en tout 3.130 kilos, plus de 300 kilos par hectare et par an.

Les faits observés par la pratique agricole sont donc maintenant d'accord avec ceux que les expériences de laboratoire les plus délicates ont permis de découvrir. Le sol d'une prairie permanente est habituellement envahi de mousses, de cryptogames variées, parmi lesquels se rencontrent sans doute les espèces capables de fixer l'azote atmosphérique et de l'employer à la formation de leurs albuminoïdes. Quand ces plantes meurent, elles enrichissent le sol de leurs dépouilles.

Aux êtres inférieurs, bactéries ou végétaux

cryptogamiques, appartient donc cette curieuse propriété de triompher de l'inertie de l'azote gazeux; elle n'appartient qu'à eux, car jusqu'à présent on ne l'a sûrement constatée chez aucun animal ni aucune phanérogame.

Ces découvertes récentes justifiant les anciennes observations des cultivateurs vont-elles développer la création des prairies de graminées et les verrait-on, dans les domaines qui souffrent de la pénurie d'engrais azoté, prendre une place régulière dans les assolements?

Si, à première vue, il paraît rationnel de rendre à un sol fatigué sa richesse perdue par la création de prairies temporaires, on n'obtient pas toujours cependant de cette transformation tous les profits qu'on en attend. Une terre légère comme celle de Grignon, restée en prairie pendant plusieurs années, devient l'habitat d'une multitude d'insectes, qui se jettent avidement sur les récoltes qui suivent les défrichements, et le nombre d'espèces à cultiver se restreint singulièrement. En 1889 et 1890, nous avons été obligés M. Paturel et moi de renoncer à cultiver de l'avoine ou des betteraves sur des prairies défrichées; les pommes de terre et le maïs-fourrage ont résisté, mais n'ont fourni que des récoltes bien inférieures à celles qu'on avait obtenues des sols labourés chaque année.

Nitrification. — Dans ceux-ci, les fixations d'azote ne sont plus guère sensibles d'ordinaire, les pertes surpassent les gains; et pour maintenir la fertilité l'emploi des engrais s'impose.

Ces pertes sont dues à la nitrification. Sous son influence, les matières azotées du sol prennent une forme éminemment favorable à l'assimilation; cette formation de nitrates aux dépens des matières azotées de la terre est donc essentiellement utile; mais, d'autre part, elle s'exagère aisément, se perd encore quand le sol est découvert et n'a plus de plantes à nourrir, et comme les nitrates sont solubles, qu'ils ne sont nullement retenus par les propriétés absorbantes des terres arables, ils sont entraînés dans les eaux de drainage, passent dans les ruisseaux, les rivières, les fleuves qui jettent constamment dans l'Océan des masses énormes d'azote combiné.

C'est pour réparer ces pertes incessantes que les cultivateurs achètent à grands frais les matières azotées de toute espèce, qu'une flotte est toujours en mouvement pour ramener des côtes du Chili et du Pérou en Europe le nitrate de soude, ressource provisoire largement exploitée aujourd'hui et dont l'épuisement laissera nos successeurs dans un profond embarras.

La nitrification, source de fertilité, source d'épuisement, mérite donc une étude attentive.

Ce n'est que récemment que le ferment, dont MM. Schlœsing et Muntz avaient signalé l'existence et les fonctions dès 1876, a été isolé par M. Winogradski; la nitromonade, qu'il a décrite d'abord, est seulement un ferment nitreux; son action s'arrête quand la transformation de l'ammoniaque en acide nitreux est accomplie, et c'est un autre ferment qui complète l'oxydation et transforme l'acide nitreux en acide nitrique. « C'est un très petit bâtonnet, de forme anguleuse, irrégulière, qui n'a aucune ressemblance avec le ferment nitreux de la même terre; l'une des plus curieuses propriétés de ce ferment nitrique est de ne pas oxyder l'ammoniaque. Ensemencé dans les solutions ammoniacales les plus facilement nitrifiables par les ferments nitreux, il n'y donne ni nitrite ni nitrate.

Les deux genres de ferment qui amènent l'ammoniaque à l'état de nitrates sont abondants dans toutes les terres, et toutes nitrifient quand les conditions nécessaires à l'activité du ferment sont réunies, mais elles sont bien loin cependant de fournir dans le même temps des quantités égales de nitrates.

Cette quantité varie avec l'abondance de la matière organique azotée, avec l'aération plus ou moins facile du sol considéré; elle varie aussi dans le même sol avec les conditions climatériques; une température de 23° à 30°, une humidité suffisante exaltent l'activité du ferment nitrique, et très habituellement cette activité s'exerce à contretemps; elle est d'ordinaire insuffisante au printemps: si la terre est dans un état d'humidité convenable, la température est trop basse; de là l'utilité des fumures de nitrate de soude au premier printemps; elles sont très efficaces précisément parce que la nitrification naturelle ne présente pas une activité suffisante. En revanche, pendant l'été, la température du sol s'élève, et si la pluie n'est pas trop rare les quantités de nitrate formées sont considérables et souvent inutiles. En effet, le blé, dès la fin de juin, cesse d'assimiler les matières azotées du sol. La betterave, il est vrai, en profite largement, si largement que ces nitrates s'accumulent dans leurs tissus en nature et deviennent nuisibles aux animaux qui consomment ces racines. En résumé, les nitrates formés pendant la saison d'été sont presque complètement perdus, car, à ce moment, la plus grande partie des terres est découverte, et quand arrivent les grandes pluies d'automne, ils sont entraînés dans les eaux de drainage. Les pertes d'azote combiné que subissent les sols par les lavages des eaux qui les traversent sont énormes.

En réunissant dans une moyenne les nombres trouvés à Grignon pendant les trois automnes 1889, 1890 et 1891, j'arrive à 40 kilos environ d'azote nitrique représentant à peu près 250 kilos de ni-

trate de soude, c'est-à-dire plus qu'on n'en achète habituellement.

Il est donc du plus haut intérêt de restreindre ces pertes: on y arrive aisément par la pratique des cultures dérobées comme engrais; aussitôt que la moisson est faite, on donne un léger labour de déchaumage et on sème une plante à évolution rapide, de la vesce ou de la moutarde; s'il pleut, elle lève, et bientôt le sol est absolument couvert d'une végétation drue, vigoureuse qui empêche la déperdition; cette année, à Grignon, la vesce a évaporé assez d'eau pour empêcher complètement les drains de couler; par conséquent les pertes ont été radicalement supprimées; la moutarde n'a pas empêché absolument l'écoulement, mais elle s'était emparée avidement des nitrates formés, et la perte s'est réduite à moins d'un kilog. par hectare.

Au mois de novembre, ces cultures sont écrasées par un rouleau et enfouies; elles apportent au sol une quantité d'azote considérable; elle s'est élevée cette année à 83 kilos par hectare pour la moutarde, à 141 pour la vesce; c'est une fumure abondante équivalant dans le premier cas à une demi-fumure de fumier de ferme, dans le second à une fumure ordinaire de 30.000 kilos.

Je crois que cette pratique des engrais verts pour engrais déjà répandue dans certaines parties de la Normandie, dans la Limagne d'Auvergne est destinée à se généraliser.

En résumé, pendant ces dernières années, nos connaissances sur les causes de gains et de pertes des sols arables se sont accrues et ont acquis un degré de précision remarquable.

Nous savons que l'azote se fixe dans les sols par l'action de micro-organismes, que cette fixation est plus active quand les terres se couvrent de végétations inférieures, algues et mousses; qu'elle s'exalte enfin dans les légumineuses portant sur les racines des nodosités à bactéries, et ces découvertes de laboratoire sont appuyées par les observations recueillies directement dans les champs d'expériences et dans la grande culture.

Nous savons en outre que ces gains sont contrebalancés par les pertes qu'occasionne la nitrification, pertes dues à l'activité de deux ferments dont l'action se superpose; enfin nous avons entre les mains une méthode facile à employer pour restreindre ces déperditions d'azote et diminuer les lourdes dépenses qu'occasionne l'entraînement des nitrates dans les eaux souterraines.

II. — LA CULTURE DU BLÉ

Notre récolte de 1891 est la plus mauvaise que nous ayons faite depuis 1879; elle reste voisine de 80 millions d'hectolitres, tandis qu'il nous en faut

environ 120 millions ; le déficit est donc considérable : il est dû à la destruction des semis du blé d'automne par les alternatives de gel et de dégel du mois de février 1891 : les petites lames de glace qui se forment dans le sol finissent par couper les jeunes racines du blé. Quand cet accident se produit, on enlève à la main les tigelles, déjà affaiblies, sans le moindre effort. Pour réparer ce désastre, il a fallu faire de nouvelles semailles, et les rendements des blés de printemps, du peu de blé d'hiver qui avait résisté, ont été faibles.

D'une année à l'autre, les récoltes de blé varient entre des limites très étendues ; on peut en voir les raisons dans un travail de M. Hébert, chimiste de la station agronomique de Grignon, dans lequel il a résumé non seulement ses propres recherches, mais celles que j'ai exécutées depuis longtemps avec les jeunes collaborateurs qui se sont succédé à mon laboratoire depuis vingt ans.

Le cultivateur influe sur l'abondance de la récolte en choisissant une variété appropriée à son sol et au climat de son domaine, en préparant sa terre avec soin, en l'ameublissant par les labours, les hersages, l'aérant par le drainage, l'enrichissant par les engrais ; il assure ainsi l'alimentation azotée et minérale du blé semé ; par des sarclages répétés, il le débarrasse des plantes adventices dont la concurrence est redoutable ; quand, au mois d'avril, les travaux sont terminés, le cultivateur n'a plus qu'à abandonner sa récolte aux chances favorables ou fâcheuses qu'amèneront les alternatives de pluie et de soleil ; ce sont ces conditions climatiques qui récompenseront ses efforts ou les rendront stériles.

Pour bien comprendre cette influence décisive de la saison, il faut suivre de près les phénomènes qui se succèdent pendant le développement du blé ; on y distingue deux périodes successives : celle qui s'écoule depuis le semis jusqu'à la floraison, est employée par la plante à constituer ses propres tissus, et à accumuler les réserves de matières azotées et minérales nécessaires à l'alimentation du grain. Les racines, tiges et feuilles du blé sont surtout formées par des hydrates de carbone, dont l'un n'est connu que depuis peu d'années. Ce produit a été désigné sous le nom de *gomme de paille* ; c'est une matière soluble dans les alcalis, précipitable de cette dissolution saturée par les acides, par l'alcool sous forme d'une substance blanchâtre, amorphe, qui, saccharifiée par les acides, donne un pentaglycose, la xylose analogue à l'arabinose des gommés.

Cette xylose réduit la liqueur cupropotassique comme les sucres ; elle prend naissance, ainsi qu'il vient d'être dit, par saccharification, à l'aide

des acides, de telle sorte que pendant longtemps elle a été confondue avec la glycose que donne la saccharification de l'amidon.

Cette confusion avait conduit à mal comprendre la maturation du blé ; en voyant au mois de juin, au moment de la floraison, les tiges et les feuilles four nir sous l'influence des acides étendus, un sucre réducteur, on croyait que pendant la première partie de sa vie, les hydrates de carbone élaborés par l'activité chlorophyllienne étaient destinés à deux usages différents : on pensait que si une fraction, prenant la forme de cellulose, servait à la formation de ses tissus, le reste, accumulé dans les cellules sous forme d'amidon, constituait des réserves destinées à l'alimentation du grain.

En réalité, il en est autrement ; tous les hydrates de carbone formés jusqu'à la floraison sont employés à l'édification de la plante. Ce que nous prenions pour de l'amidon est de la gomme de paille qui persiste en place dans les tiges et les feuilles jusqu'à la maturation et ne concourt en aucune façon à la nourriture du grain.

Si celui-ci trouve dans les matières azotées des tiges et des feuilles les matériaux destinés à former son gluten, il ne rencontre comme hydrate de carbone de réserve que de petites quantités de glycose et de dextrine, et c'est pendant le temps qui s'écoule entre la floraison et la maturation que les feuilles doivent élaborer tous les hydrates de carbone qui se concrètent dans le grain sous forme d'amidon.

Or ce travail est essentiellement soumis aux conditions climatiques. Si le soleil est ardent, la pluie rare, les feuilles perdent plus d'eau par évaporation qu'elles n'en reçoivent par la racine ; or une dessiccation même médiocre de la feuille y arrête le travail d'assimilation ; si elle se sèche, la petite usine est fermée et la quantité d'hydrate de carbone produite, par suite celle d'amidon, est trop faible ; on conçoit donc que si quelques pluies modérées n'arrivent pas à la fin de juin, au commencement de juillet, on ne recueille que des grains médiocrement garnis d'amidon, légers, de mauvaise qualité ; c'est surtout la proportion de cet amidon qui est variable d'une année à l'autre.

En 1888, nous avons eu au champ d'expériences de Grignon une bonne récolte de grains ; les parcelles, sur lesquelles ont été pris les échantillons d'analyse, ont fourni la valeur de 34¹/₈ à l'hectare ; en 1889, nous avons eu seulement 29¹/₂. Si l'on examine la composition du grain, on trouve pour la même variété :

	1888	1889
Matières azotées à l'hectare.....	438 ⁵ / ₉	447 ¹ / ₈
Amidon.....	2689	1808

Ce qui a manqué en 1889, c'est l'élaboration de

l'amidon; or, cette année-là, on a moissonné le 23 juillet, tandis qu'en 1888 le blé était resté sur pied jusqu'au 13 août; dans un des cas, les cellules ont pu fonctionner bien plus longtemps que dans l'autre.

Un ciel voilé, un temps un peu humide sont donc bien plus favorables à la production du blé qu'un soleil éclatant, qui, s'il favorise par sa lumière le travail de la cellule, la paralyse par sa chaleur, amenant une dessiccation prématurée : le midi de la France ne produit guère que 10 hectolitres à l'hectare. La région septentrionale en fournit souvent 25, autant que l'Angleterre.

Si une pluie légère est favorable, les orages sont absolument funestes; le blé tel que l'ont fait des siècles de culture est une plante mal équilibrée; un épi lourd est porté à l'extrémité d'une tige longue, grêle, médiocrement résistante, et la verse est fréquente, elle est très fâcheuse. Les tiges superposées ne reçoivent plus les radiations solaires, et le travail chlorophyllien imparfait n'envoie plus aux grains qu'une quantité insuffisante d'hydrates de carbone.

On conçoit donc, ainsi qu'il a été dit, que les récoltes soient très variables d'une année à l'autre, et que jusqu'à présent les efforts qui ont été faits pour élever les rendements, contrariés par les intempéries, n'aient pas produit tous les résultats désirables; ces efforts ont été cependant considérables, et certaines espèces résistantes à la verse, telles que les blés à épi carré, fournissent, pendant les bonnes années, des rendements dépassant 60 hectolitres à l'hectare dans cette région du Nord et du Pas-de-Calais, où le sol est enrichi par les fumures prodiguées aux betteraves, où le climat plus tempéré que celui des environs de Paris est aussi bien plus favorable à la culture du blé.

Les rendements ne sont élevés que lorsque la maturation n'est pas précipitée; or, au printemps de 1891, les blés ont été semés tardivement; toutes les phases du développement ont été précipitées et la récolte forcément médiocre.

III. — CULTURE DES POMMES DE TERRE

Grâce aux efforts de M. Aimé Girard, les progrès réalisés dans cette culture depuis quelques années ont été considérables. La variété qu'il a préconisée, la *Richter's Imperator*, est beaucoup plus prolifique que les autres espèces cultivées naguère. En 1889, deux des cultivateurs qui, à la suite de M. Aimé Girard, ont planté la Richter, avaient atteint 40.000 kilos à l'hectare; en 1890, 22 sur 37 ont atteint et dépassé ce chiffre. La Richter est en outre très riche en fécule : elle en contient 17, 18, 19 et 20 centièmes; la production de la fécule à l'hectare

est comprise entre 5 et 7.000 kilos et devient susceptible d'alimenter les distilleries agricoles et de laisser des résidus capables de nourrir un bétail nombreux.

Ajoutons que cette culture n'est plus soumise aujourd'hui aux chances de perte qu'elle présentait naguère; en effet, les sels de cuivre exercent sur les champignons parasites qui s'attachent aux feuilles une action nocive si puissante que l'on peut aussi bien employer, pour combattre le *phytophthora infestans* de la pomme de terre que le *peronospora* de la vigne, les mélanges de sulfate de cuivre avec la chaux ou le carbonate de soude, connus sous les noms de bouillie bordelaise et de bouillie bourguignonne. La culture de la pomme de terre, qui réussit même dans les terres médiocres où se développe mal la betterave, est en voie de prendre dans les assolements une place considérable.

IV. — L'OLIVIER EN TUNISIE.

Il est toujours dangereux pour la prospérité d'une contrée de restreindre à une seule plante sa production agricole; nos colons tunisiens se sont jetés avec une extrême ardeur dans la culture de la vigne, et les résultats obtenus justifient pleinement les dépenses qui ont été faites pour développer les vignobles de Tunisie. Ils ont produit cette année 98.000 hectolitres de vin, en progrès sur l'an dernier de 47.000 hectolitres, avec un rendement moyen de 30 hectolitres à l'hectare.

La production du vin est due exclusivement aux Européens; les indigènes ne l'ont pas entreprise, et il était utile de chercher à développer d'autres cultures qui leur sont familières.

Parmi celles-ci, aucune ne mérite une plus sérieuse attention que l'olivier; il n'y a de ce côté rien à créer, mais seulement à encourager une production établie en Tunisie depuis la haute antiquité. D'après un rapport de M. Bourde, directeur de l'agriculture de la régence¹, le nombre des oliviers existant actuellement dépasse 10 millions de pieds. « C'est une des forêts les plus considérables du monde; son existence justifie cette assertion bien souvent répétée que si les bords de la Méditerranée sont l'habitat naturel de l'olivier, la Tunisie est dans la Méditerranée son lieu de prédilection ».

On conçoit par suite que le protectorat ait songé à étendre encore la plantation de l'olivier et la production de l'huile. Il fallait tout d'abord savoir où elle en était. On a procédé à une enquête; il en résulte que la production d'huile varie beaucoup

¹ Le très intéressant rapport de M. Bourde paraîtra dans le cahier de janvier des *Annales agronomiques*.

d'un contrôle à l'autre : à Sfax et à Sousse, pendant ces dernières années, 4.523.481 oliviers ont produit plus de 25 millions de litres d'huile dans les contrôles de Tunis, de Bigerti et de Djerbohat, dans le caïdat de Soliman, 5.270.000 oliviers n'en ont fourni que 12 millions de litres.

La différence est donc énorme ; elle est due surtout aux soins apportés à la culture. Tandis qu'à Sfax la taille et la forme données à l'arbre sont très rationnelles, que le sol est bien labouré, que les arbres sont tellement éloignés les uns des autres, qu'on n'en compte que 60 par hectare, et que, profitant de cet espacement, ils acquièrent tout leur développement, à Sousse la taille est déjà moins bonne, les arbres sont aussi plus serrés ; enfin, dans le contrôle de Tunis on compte par hectare de 120 à 150 arbres, non taillés, mais hachés sans aucune méthode.

Comment les soins apportés à la culture sont-ils si différents d'une région à l'autre ? Parce que, dans tous les contrôles, les oliviers sont soumis à des régimes fiscaux différents aussi.

« Dans les contrôles de Sousse et de Sfax, les oliviers payent le *kanoun*, c'est-à-dire un droit fixe par pied. L'impôt acquitté, le propriétaire dispose librement de son olivette, la cultive, en traite et en vend les produits à son gré. Ce système d'impôt le pousse à chercher à augmenter les rendements, car plus le revenu d'un arbre est élevé, moins l'impôt fixe qui le frappe est lourd.

« Dans les contrôles de Djerba, de Nabeul, de Tunis et de Bizerte, les oliviers sont soumis à la dime de l'huile, c'est-à-dire, que sur l'huile tirée des olives récoltées, l'État prélève un dixième. Étant ainsi directement intéressé dans les résultats de la récolte, l'État a été entraîné à intervenir dans tous les détails de la culture de l'olivier et de la fabrication de l'huile, afin de s'assurer qu'on ne lui porterait pas préjudice soit par négligence, soit par fraude. »

Non seulement la culture est ainsi mal conduite, mais en outre la fabrication de l'huile est déplorable ; les moulins arabes, dont l'emploi est imposé aux producteurs d'olives, ne travaillent que lentement : les olives fermentent avant d'être pressées et les huiles perdent de leur valeur. Tandis que les produits des moulins européens valent 80 francs les 100 kilos, ceux des moulins arabes ne trouvent preneur qu'à 60 francs.

La récolte se trouve encore réduite par cette circonstance qu'un cinquième environ des oliviers de la Régence appartient à l'État ou aux biens Habous. Or ces arbres *administratifs* sont en général très délabrés. « Au milieu des beaux oliviers de Sfax, quand on aperçoit des arbres souffreteux sur un sol abandonné aux herbes, on est

certain qu'on est en présence d'un bien habous ».

Ce dépérissement provient du mode d'exploitation auquel les oliviers domaniaux étaient soumis jusqu'en ces dernières années et auquel les oliviers habous sont soumis encore. Ce mode d'exploitation consiste à confier le soin des olivettes domaniales aux administrations locales qui n'ont aucun intérêt personnel à la prospérité des arbres, et par suite n'entreprennent jamais de travaux d'amélioration.

L'intérêt privé est le seul ressort que veut mettre en œuvre la direction de l'agriculture de la régence, et elle propose de louer à long terme les olivettes domaniales ou de biens habous ; dans l'un et l'autre cas, la production serait rapidement augmentée et la redevance perçue par pied d'arbre rapporterait infiniment plus que les misérables récoltes que fournissent aujourd'hui les arbres abandonnés !

Le rapport de M. Bourde indique en outre comment il faut procéder pour augmenter le nombre des oliviers dans la régence. Dans le gouvernement de l'Arad, tout à fait au sud, les perspectives ouvertes à la culture de l'olivier sont pour ainsi dire illimitées. Elle y a été autrefois très florissante ; elle faisait la fortune des villes importantes dont les ruines se voient le long de la côte ; elle a été si complètement détruite par les ravages des pillards, qui trouvent un refuge dans la Tripolitaine toute voisine, que le principal obstacle à la création de nouvelles olivettes se trouve dans la pénurie des dragons, des éclats de souche ou des boutures pour la plantation ; aussi, pour cette région est-il indispensable d'établir des pépinières où les indigènes pourront trouver les éléments de la reconstitution des olivettes.

Après avoir procédé à ces études, M. Bourde a soumis aux délibérations de la Commission qui siège auprès de la résidence une suite de propositions qui ont été adoptées et vont changer l'état des choses ; il a proposé :

Louer à long terme les oliviers domaniaux ou habous ; en effet, pour les restaurer, il faut les soumettre à une taille énergique qui empêche la production pendant deux ou trois ans, et les locataires ne consentiront à s'imposer cette privation de revenus que s'ils sont sûrs de pouvoir quelques années plus tard être récompensés de ce sacrifice.

Régulariser la situation des planteurs du contrôle de Sfax qui ont envahi des biens domaniaux.

Enfin faciliter la plantation de nouveaux oliviers en vendant à très bas prix les terrains que les acquéreurs consentiront à planter ; le prix de l'hectare serait de 15 francs quand on ne sera

pas obligé de faire des travaux spéciaux d'irrigation, de 10 francs seulement s'il faut établir des machines propres à élever les eaux souterraines. Toutefois, pour éviter que les terres nues ne soient accaparées par la spéculation, un article résolutoire du contrat porte que si après cinq ans les parcelles n'ont pas été plantées, l'état se réserve d'annuler la vente.

Ces mesures libérales ont été couronnées de succès, les demandes d'achat de terrains sont devenues nombreuses; enfin, au lieu de faire porter l'impôt sur l'huile, on prendra pour base une évaluation de la récolte encore sur l'arbre. La majeure partie des olives est en Tunisie vendue chaque année aux enchères par une Commission composée de notaires et d'experts qui se transporte d'olivette en olivette; au moment de la vente le montant de l'impôt sera établi, puis le propriétaire ou l'exploitant seront libres de porter leurs olives où bon leur semblera; ils n'auront plus à attendre les presses insuffisantes des moulins arabes, et la qualité de l'huile sera améliorée.

Dans cette nouvelle organisation l'état cesse d'intervenir dans la culture; il ne prend qu'une fraction de la somme versée au propriétaire qui a tout intérêt, en faisant prospérer son olivette, à obtenir une récolte aussi forte que possible.

Il suffit de passer quelques jours en Tunisie pour voir combien ce pays se prête à ces cultures arbustives; dans la région septentrionale que parcourt le chemin de fer qui relie l'Algérie à la Régence, les oliviers sauvages abondent au milieu des bois que traverse la ligne. Au sud, tout autour de Sousse, les oliviers sont nombreux; mais quand on s'enfonce dans l'intérieur, qu'on se dirige, par exemple, vers Kerouan, on n'en trouve plus; on parcourt pendant des heures une grande plaine verte absolument déserte; rarement, bien rarement se dessine dans le lointain la silhouette de quelques chameaux portant une maigre charge; puis la solitude recommence; la terre cependant n'est pas stérile; au printemps elle est absolument couverte de verdure et pour produire n'attend que du travail.

A voir cet abandon, on se prendrait à dou-

ter de la richesse de l'ancienne province romaine; mais quand on visite la grande mosquée de Kerouan, on reste convaincu que les anciens auteurs n'ont rien exagéré; quand on a franchi une grande cour carrée, bordée à l'intérieur d'une série d'arcades et qu'on pénètre dans l'édifice, on est frappé d'étonnement: un nombre prodigieux d'arceaux s'aligne régulièrement, soutenu par une forêt de colonnes. En quelques instants on est convaincu qu'elles n'ont pas été taillées pour servir dans l'édifice qu'elles soutiennent aujourd'hui; elles sont essentiellement disparates. Quelques-unes, trop hautes, ont été sciées, et leur fût, dépouillé des ornements de la base, repose directement sur le sol; d'autres, trop courtes, s'appuient sur un dé de pierres.

Les chapiteaux corynthesiens, composites, accusent sans conteste leur origine. Ces colonnes appartenaient à des monuments romains semblables à ceux qu'on trouve encore debout à Douagga ou à Lambessa; or, pour avoir fourni à la mosquée de Kerouan le nombre prodigieux de colonnes qu'elle renferme, il fallait que les édifices luxueux fussent très communs dans la province; ils n'ont pu être élevés que par un peuple arrivé à un haut degré de prospérité, et leurs nombreux vestiges, accumulés dans cette mosquée, témoignent du degré élevé de civilisation auquel était arrivée la Tunisie pendant la grande paix romaine.

Quand les Arabes envahirent le pays, ils firent un immense butin; « l'un des chefs de bande Abdallah ben Saad ayant demandé d'où venaient tant de richesses, un habitant ramassa une olive: De là dit-il. »

Dans l'antiquité, l'huile d'olive servant à la fois à l'alimentation et à l'éclairage était consommée en plus grande quantité qu'aujourd'hui; aussi ne suffit-il plus actuellement de faire de l'huile, il faut la faire excellente; à cette condition, facile à remplir avec une bonne culture, des moulins européens bien outillés, les débouchés s'ouvriront, et la Tunisie, couverte d'oliviers, verra reparaitre la prospérité qu'ont anéanti douze cents ans d'incurie arabe.

P. P. Dehérein,

de l'Académie des Sciences.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1^{re} Sciences mathématiques.

Cels (Jules), Ancien élève de l'École normale supérieure, Agrégé des sciences mathématiques : *Sur les équations différentielles linéaires ordinaires. Thèse de doctorat soutenue devant la Faculté des Sciences de Paris, Gauthier-Villars et fils, 55, quai des Grands-Augustins, Paris, 1891.*

La thèse de M. Cels est particulièrement intéressante comme procédé de composition : d'une remarque très simple et en apparence banale, l'ingénieux auteur tire un excellent parti par le rapprochement heureux de théories fort étrangères, semble-t-il, les unes aux autres.

Soit E une équation différentielle linéaire d'ordre p ; on connaît depuis longtemps, grâce à des travaux classiques de Lagrange et Jacobi, une équation E' de même nature et de même ordre que E (adjointe de Lagrange), déduite de E par un calcul simple, lequel appliqué à E' reproduit E . L'intégration de E assure celle de E' et réciproquement.

M. Cels remarque (c'est là le point de départ de ses recherches) que le même calcul, modifié à peine, fournit non seulement l'adjointe de Lagrange, mais en tout p adjointes $E_1, E_2, \dots, E_p$, correspondant d'une certaine façon aux entiers $1, 2, \dots, p$; la dernière E_p est précisément E' . L'auteur construit ces diverses adjointes et établit des relations entre les solutions des diverses équations $E, E_1, \dots, E_p$.

Chacun des p procédés, qui permet de passer de E à E_p , répété indéfiniment et combiné avec les $p-1$ autres fournit une infinité d'équations transformées de E . Si l'on finit par tomber sur une transformée intégrable, E est intégrée du coup ; la connaissance d'une solution particulière pour une transformée quelconque assure celle d'une solution de E , sans qu'on ait besoin au plus que d'effectuer des quadratures.

M. Cels ne produit donc aucune méthode d'intégration nouvelle, mais étend le champ d'application des méthodes anciennes, multiplie le nombre des cas intégrables.

L'auteur traite par sa méthode l'équation généralisée de Gauss (relative à la série hypergéométrique) et l'équation généralisée de Bessel ; plusieurs résultats intéressants sont énoncés, notamment en ce qui concerne les solutions rationnelles et les solutions entières. Les racines de l'équation fondamentale déterminante de Fuchs jouent, comme il fallait s'y attendre, un grand rôle dans la matière.

On peut aussi, et c'est ce que M. Cels ne manque pas de faire, étudier la série infinie des transformées de E d'après le programme suivi par M. Darboux dans ses recherches classiques sur la méthode de Laplace et l'équation aux dérivées partielles du second ordre (tome II des Leçons sur la théorie générale des surfaces). On peut se demander, par exemple, ce qui arrive lorsque la suite des transformées est périodique : alors l'équation primitive E se ramène à une équation à coefficients constants par un changement de fonction combiné avec un changement de variable (transformation d'Halphen).

Ingénieusement composée, suffisamment originale, la thèse de M. Cels constitue pour son auteur un début fort honorable dans la carrière des recherches personnelles.

LÉON AUTONNE.

Mouret (G.). — *L'égalité mathématique.* — *Revue philosophique.* Août et Septembre 1891.

L'étude de M. Mouret est beaucoup plus vaste que son titre ne l'indique. Elle contient, en réalité, toute

une théorie nouvelle de la connaissance, que l'auteur applique, en particulier, à la notion de l'égalité, en prenant comme exemple la force, la masse, la température et la quantité de chaleur. — L'article de M. Mouret est remarquable, tout d'abord, par le soin que prend l'auteur de préciser la signification des mots qu'il emploie ; voilà un procédé peu habituel aux philosophes ; il est vrai que les discussions seraient trop courtes si l'on savait toujours bien sur quoi l'on discute.

Dès la troisième page, M. Mouret est amené à se demander : Qu'est-ce que la Logique ? Et il arrive à conclure que ce qu'on enseigne généralement en France sous le nom de Logique ne correspond pas au sens de ce mot. Pour lui, la Logique a pour objet l'étude des objets extérieurs de la connaissance, considérés indépendamment de leur nature particulière, c'est-à-dire l'étude des relations et des concepts généraux. Le but à obtenir est de ramener les formes de la connaissance aux notions fondamentales dont l'étude est du domaine de la psychologie. Appliquée à une science en particulier, l'analyse logique doit permettre de ramener toutes les notions de cette science aux concepts primordiaux, communs à toutes ces sciences, savoir : l'ordre, le nombre, l'espace et le temps.

Il n'est pas possible de résumer en quelques lignes les pages que M. Mouret emploie à préciser le sens qu'il faut attribuer aux mots *relations* et *concept*, et à indiquer, en les illustrant au moyen d'une élégante représentation géométrique, quelles sont les conditions qui doivent être remplies pour qu'il existe une relation définie entre deux termes donnés.

Ces quelques pages contiennent une méthode d'investigation des plus originales, qu'il serait bien intéressant d'appliquer aux différentes sciences exactes. M. Mouret se contente d'en faire l'application à la notion de l'égalité mathématique, qui est pour lui la notion primordiale que l'on rencontre au début de toute science. C'est là une opinion contraire à celle qu'on admet le plus souvent, sans chercher à approfondir le sujet. M. Mouret regarde la notion d'égalité comme devant précéder la notion de grandeur ; et, se reportant à ce propos aux définitions que l'on donne d'ordinaire en mathématiques, il proteste énergiquement contre ceux qui veulent voir dans ces énoncés des productions de la « raison pure ». Pour lui, ce qu'on croit ou ce qu'on nie par les lois des mathématiques, ce sont des relations entre les objets du monde extérieur, et pour arriver à obtenir une connaissance positive de ces lois, il faut arriver à les examiner dans leurs termes concrets qui sont les corps ou les phénomènes. La même méthode doit donc être employée pour les mathématiques et les sciences objectives.

Cette idée reparait à plusieurs reprises et sous des formes diverses ; elle conduit encore M. Mouret à dire : « Une définition n'est pas une opération arbitraire et indéterminée de l'esprit ; elle ne contient rien de conventionnel et est étroitement limitée par ces conditions, sous peine d'être contradictoire, dépourvue de signification et sans objet réel. » Et plus loin : « Toute définition suppose au moins un fait, lors même que l'objet défini est fictif et n'a pas d'existence réelle. »

Je ne prétends pas, par ces quelques lignes, avoir donné une idée de l'article si touffu de M. Mouret ; j'aurais voulu seulement indiquer quelle quantité d'idées nouvelles contient ce court travail, et signaler ces études, d'un genre trop délaissé en France, surtout au point de vue de l'enseignement.

Georges CHARPY.

2° Sciences physiques.

Thomson (Sir W.), *Popular Lectures and Addresses*, T. I, *Constitution of Matter* (*Constitution de la matière*) ; (Prix : 9 fr. 50), Macmillan, and Co, Bedford Street, Covent Garden, Londres, 1891.

C'est une véritable bonne fortune de trouver rassemblés en un volume ces discours de haute science sous forme populaire, dans lesquels une admirable imagination, guidée par un savoir immense, s'est donnée libre carrière. Beaucoup de ces discours ont jeté dans la physique des idées nouvelles, qui ont rapidement conquis le droit de cité et sont devenues le point de départ d'importantes recherches.

Ce premier volume, qui sera suivi à bref délai d'un second (le troisième vient déjà de paraître), est consacré presque entièrement à la constitution de la matière; il débute par un discours sur *l'attraction capillaire*; on y trouve, en particulier, des diagrammes calculés par M. J. Perry d'après la méthode de Sir W. Thomson, et représentant la forme d'équilibre de diverses surfaces libres; il est suivi de courtes notes complémentaires, venues postérieurement à l'esprit de l'auteur, puis de trois importants appendices : Sur certains mouvements que l'on observe à la surface du vin — gravité et cohésion — Sur l'équilibre de la vapeur au voisinage d'une surface liquide courbe, — enfin une note de lord Rayleigh : mesure de la quantité d'huile nécessaire pour arrêter les tourbillons du camphre. La troisième de ces notes, on le sait, est fondamentale. Dès ce premier discours on voit paraître une notion que l'on retrouvera en plusieurs endroits, celle des forces inter-moléculaires et des sphères d'action, utilisée plus loin pour la détermination de la grandeur des molécules.

Dans la seconde conférence, consacrée aux unités électriques (1883), nous trouvons émise pour la première fois cette idée du retournement du problème qui conduit à déduire l'unité de temps de la constante τ ; les idées qui y sont exposées ont fait trop de chemin pour qu'il soit nécessaire d'entrer dans leur détail.

Le discours sur le *démon classeur* n'est donné qu'en résumé. « Ce démon peut, à son gré, arrêter, ou frapper, ou presser, ou tirer chaque atome de matière, et modifier le cours naturel de son mouvement. Il ne peut ni créer ni annuler de l'énergie, mais il peut, comme un animal vivant, en emmagasiner et la rendre quand il lui plaît. En opérant par sélection sur les atomes individuels, il peut renverser la dissipation naturelle de l'énergie, peut chauffer la moitié d'un vase plein d'air ou d'un barreau de métal, tandis que l'autre se refroidit. » Bref, si ce petit démon bienfaisant existait, il nous protégerait contre l'incessante dégradation de l'énergie; ce raisonnement par antithèse nous fait comprendre mieux qu'aucun autre le principe de cette dégradation.

L'Elasticité considérée comme un mode possible de mouvement (1881), et les pas vers une théorie cinétique de la matière (1884) laissent entrevoir cette synthèse future des propriétés de la matière, expliquées par le mouvement. En ce qui concerne l'élasticité, l'analogie est fort attrayante. Une chaîne fermée, que l'on fait tourner rapidement, prend l'aspect d'un anneau rigide parfaitement élastique... Nous ne pouvons que mentionner rapidement les discours sur : *Les Six Chemins de la connaissance*, — autrement dit les six sens, le toucher étant remplacé par le sens de la force et le sens de la température — la *Théorie ondulatoire de la lumière*, la *Chaleur solaire*, pour en venir au discours fondamental sur la grandeur des atomes (1883); c'est dans ce mémoire que sont indiquées les méthodes au moyen desquelles nous pouvons fixer les limites de grandeur des molécules. Cette grandeur est déduite dans l'un des procédés de la chaleur de combinaison du cuivre et du zinc, comme due à une action électrique; nous ne pourrions mentionner les autres sans entrer dans trop de

détails. La conclusion, qui a été confirmée par les estimations ultérieures, est que la distance moyenne entre les centres de deux molécules voisines est comprise entre $\frac{1}{500}$ et $\frac{1}{10000}$ de micron. « Supposons un globe d'eau ou de verre de la grosseur d'un football (15 cm) amplifié jusqu'à la grosseur de la terre, chaque molécule étant agrandie dans la même proportion. Les sphères ainsi obtenues seront probablement plus grosses que de la grenaille, mais plus petites qu'un football. »

Si maintenant nous voulions caractériser la « manière » de l'auteur, nous dirions que l'on chercherait en vain, d'un bout à l'autre du livre, des préoccupations littéraires ou oratoires; la causerie, rendue sans retouches, est familière et vive à la façon anglaise; l'auteur n'hésite pas à revenir sur ses pas lorsqu'un raisonnement, plus convaincant que les autres lui vient tardivement à l'esprit; heureux ceux qui peuvent se permettre de ces charmantes négligences, qui donnent à la lecture l'impression d'une singulière fraîcheur; ici, au risque de nous voir traités d'impertinents, nous dirons que le système est parfois poussé un peu loin. Dans le discours sur la grandeur des atomes, l'auteur montre une difficulté de la théorie de Cauchy, qu'il croit pouvoir expliquer. « Il n'y a pas encore dix-sept heures, dit-il, que j'ai vu la possibilité de cette explication. Je crois la voir très clairement, mais, dans ces conditions, vous m'excuserez de ne pas entrer dans plus de détails. » Le lecteur, en cet endroit comme en quelques autres, n'est-il pas en droit de désirer une petite retouche, indiquant ce qu'ont enseigné les années écoulées entre la publication sténographique de la conférence et sa rédaction définitive?

Ch.-Ed. GUILLAUME.

E. de Montserrat et E. Brisac (MM.). — *Le gaz et ses applications* (éclairage, chauffage et force motrice). — *Un volume cartonné*, in-18, 366 p., avec 86 figures (4 fr.). Paris, J.-B. Baillière et fils, 1891.

La bibliothèque des connaissances utiles de MM. J.-B. Baillière et fils vient de s'enrichir d'un nouveau volume qui sera apprécié, parce qu'il est écrit par des hommes compétents et qu'il renferme beaucoup de choses. Ses auteurs sont des ingénieurs de la Compagnie parisienne du gaz; mieux que tous les autres, ils étaient à même d'écrire l'histoire du gaz, de ses progrès et de ses multiples applications. Après une étude technique sur les procédés de fabrication, ils passent en revue les divers brûleurs dont ils comparent le pouvoir éclairant et le rendement; puis ils décrivent les meilleurs appareils de chauffage, sans oublier les rôtissoires au gaz. Un chapitre de 40 pages est consacré aux moteurs à gaz; c'est bien court et par suite trop incomplet, mais il sera aisé de combler cette lacune en seconde édition.

A. WITZ.

Istrati (C. I.). *Professeur de Chimie à la Faculté des Sciences de Bucharest. Cours élémentar de Chimie. (Cours élémentaire de Chimie.)* 1 vol., gr. in-8° (5 fr.) Carol Gobl, strada Doamnei, 16, Bucarest, 1891.

Lorsque la Convention nationale entreprit la tâche d'organiser en France l'enseignement élémentaire, Lakanal se plaignait fort des livres que divers auteurs composèrent à cette occasion : « Les citoyens, disait-il, l'illustre conventionnel, qui ont travaillé à ces ouvrages ont confondu deux objets très divers : des « élémentaires avec des abrégés. Resserrer, coarcter un « long ouvrage, c'est l'abrégé; présenter clairement « les premiers germes et, en quelque sorte, la matinée « d'une science, c'est l'élémentaire; il est facile de faire « un abrégé de Mézerai, tandis qu'il faudrait un Con- « dillac pour écrire les éléments de l'histoire. »

Je crois qu'on peut, sans se tromper, féliciter le jeune professeur de Bucarest d'avoir su éviter l'abrégé et de nous avoir donné un excellent traité élémentaire de chimie.

Elève distingué de M. Friedel, connu du monde chi-

mique par une brillante thèse de doctorat et par la découverte récente de ces belles matières colorantes, auxquelles, pour faire honneur à notre pays, il a donné le nom de *Francénines*. M. Istrati a exposé avec un indiscutable talent de professeur les principes fondamentaux de la théorie atomique, aujourd'hui enseignée partout. Il a montré ainsi que cette exposition était susceptible d'être faite d'une façon simple et avec une grande clarté.

Après avoir donné d'abord une classification générale des sciences, pour montrer plus précisément la place occupée par la chimie dans l'ensemble des connaissances humaines, l'auteur expose les propriétés générales de la matière, définit les atomes et les molécules, les corps simples et composés, et arrive tout de suite à la notion du poids atomique après avoir insisté sur les valences des divers atomes. La Thermochimie et ses lois sont ensuite présentées en quelques pages, pour être suivies des lois des combinaisons, dont l'exposé termine cette introduction.

La chimie des métalloïdes commence aussitôt. Ici, l'auteur a quelque peu rompu, fort heureusement d'ailleurs, avec la tradition et le mode d'enseignement consacré par icelle. C'est par familles qu'il étudie les corps, en décrivant simultanément les composés analogues. Ainsi, aussitôt après l'hydrogène, sont traités le fluor, le chlore, le brome, l'iode. Un tableau récapitulatif et comparatif de leurs propriétés est placé à la fin du chapitre.

Dans le paragraphe suivant, M. Istrati étudie, toujours simultanément, les quatre hydracides, fluorhydrique, chlorhydrique, bromhydrique et iodhydrique; nouveau tableau d'ensemble pour récapituler cette étude; et ainsi de suite pour toutes les familles et les groupes des corps analogues.

On voit immédiatement ce que cet ordre a de rationnel. C'est la chimie mise à sa place et sortie du rang des sciences mnémotechniques comme la botanique. On fait appel au raisonnement de l'élève au lieu de faire appel à sa mémoire, ce qui est infiniment préférable.

Partout aussi, les formules de constitution sont données à côté des formules brutes. La manière dont les atomes se combinent entre eux saute ainsi aux yeux; en outre dans ces formules, M. Istrati a inscrit en caractère plus gros le symbole de l'atome principal, qui attire ainsi l'attention du lecteur et apparaît immédiatement comme le centre du groupement. La chimie des métaux est traitée dans le même esprit. Après la chimie minérale et avant la chimie organique, l'auteur a exposé succinctement la théorie de M. Mendéléeff, et a donné le tableau des *périodes* proposées par le savant russe. Les récentes découvertes de M. Lecoq de Boisbaudran et de M. Winkler rendent très intéressantes ces vues sur les groupes naturels des corps simples, et il était tout naturel de les indiquer aux élèves.

La chimie organique occupe les $\frac{2}{3}$ de l'ouvrage environ; elle est traitée de main de maître; la compétence particulière de l'auteur s'y devine à chaque pas, ainsi, du reste, que l'esprit général de notre école atomique française dont M. Friedel est le chef-incontesté.

C'est à lui que M. Istrati a dédié son livre, en ajoutant au-dessous de sa dédicace : « *ca semn de recunoscinta, si admiratiune, si in acelas timp ca mojiu adus scintiei franceze, care a contribuit atat de mult la dezvoltarea nostra intelectuala.* » C'est un bel hommage rendu à notre Sorbonne, dont les douze professeurs de la Faculté des Sciences de Bucarest sont d'ailleurs d'anciens élèves. En terminant, j'ajouterai un dernier mot : il serait à souhaiter qu'un ouvrage aussi excellent fût traduit en français. La traduction aurait certainement autant de succès que l'original, écrit dans cette belle langue roumaine, que l'auteur a su assouplir au style élégant, clair et sobre, qui convient à une œuvre scientifique.

Alphonse BERGER.

3^e Sciences naturelles.

Sauvageau (C.). — Sur les feuilles de quelques Monocotylédones aquatiques. — Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris. Ann. des Sc. nat. G. Masson, 120, boulevard Saint-Germain, Paris, 1891.

M. Sauvageau, qui est déjà bien connu des botanistes par les nombreuses notes qu'il a publiées sur les Monocotylédones aquatiques, a entrepris la tâche longue et difficile d'étudier, au point de vue anatomique et en une sorte de monographie, les plantes formant la classe des *Fluviales* d'Ad. Brongniart; c'est une partie seulement de ce vaste sujet qu'il traite aujourd'hui dans sa thèse. Cette étude générale ne sera pas seulement intéressante au point de vue de l'extension de nos connaissances en Anatomie générale; mais elle pourra encore nous éclairer sur un certain nombre de questions qu'il sera très intéressant d'élucider.

En premier lieu, dans quelle mesure les caractères anatomiques peuvent-ils aider à la classification? En effet, si les *Fluviales* ont certains caractères communs qui les réunissent, elles offrent aussi des caractères importants qui les séparent, et dès lors, il y a lieu de se demander si ce groupe n'est pas constitué par des plantes d'origine très différente, qui se seraient adaptées peu à peu à la vie aquatique et auraient ainsi acquis les caractères communs par où elles sont maintenant rapprochées. L'étude histologique complète des *Fluviales* et des Monocotylédones voisines permettra seule de résoudre ce problème.

En second lieu, tous les botanistes descripteurs savent combien il est difficile de déterminer les plantes aquatiques, surtout les espèces exotiques, sur des échantillons dépourvus le plus souvent des organes de fructification et presque toujours constitués par des fragments de tiges feuillées; de cette difficulté même il est résulté une synonymie très compliquée, à tel point que la même plante a pu recevoir jusqu'à dix noms différents. Il y a donc un grand intérêt à savoir s'il est possible à l'aide de l'anatomie de faire, sur de simples fragments, une détermination spécifique rigoureuse. Enfin, en dernière analyse, quel peut être le degré d'influence exercé par le milieu sur la structure?

Pour mener à bien l'œuvre dont nous venons de donner un aperçu sommaire, M. Sauvageau se propose de faire successivement la description anatomique de chacun des groupes de cette classe, en étudiant pour chacun d'eux les différents organes végétatifs de la plante : tige, feuille et racine. Le mémoire de première importance qu'il vient de nous donner comprend l'étude complète et détaillée d'un seul organe, la feuille, considéré dans la famille des *Potamogetonacées* d'Ascherson; cette étude, qui est faite surtout dans le but de rechercher des caractères histologiques assez constants pour caractériser les différentes espèces, a cependant permis à son auteur d'observer, chemin faisant, quelques faits intéressants et d'un caractère général dont il sera fait mention plus loin.

L'auteur consacre un chapitre spécial à l'étude de chaque groupe, ce qui facilitera beaucoup les recherches et les comparaisons des botanistes désireux de contrôler leurs déterminations à l'aide des caractères histologiques; on y trouve aussi un chapitre relatif à l'étude des stomates des feuilles aquatiques et un autre traitant des échanges liquides. Les 8 genres que renferme la famille des *Potamogetonacées* sont successivement passés en revue avec la plupart des espèces qu'ils renferment. Pour chaque genre, on trouve une étude minutieusement détaillée de l'une des espèces, ce qui permet d'être beaucoup plus bref dans la description des autres, puisqu'il suffit alors d'insister quelque peu sur les caractères différentiels de ces espèces. Dans chaque espèce, l'auteur étudie, non seulement la feuille végétative proprement dite, mais encore la préfeuille et la feuille *spathe* dans les groupes où elle existe (*Zostères*); pour chacun de ces organes, il note le nombre des nervures, la constitution des

faisceaux libéro-ligneux, la manière d'être du parenchyme et des canaux aérifères, la distribution des fibres scléreuses, l'absence ou la présence de diaphragmes perforés dans les canaux aérifères, l'absence ou la présence des cellules sécrétrices, etc. Ajoutons enfin que tous ces éléments sont examinés dans le limbe, la gaine, la ligule et le pétiole.

Signalons maintenant les résultats les plus intéressants de ce mémoire. En premier lieu, il est possible de déterminer spécifiquement les plantes de cette famille par l'examen histologique de la feuille. Cette méthode est pour le moment inapplicable aux *Potamogeton*, car elle donne pour ce genre des résultats incertains, mais il y a lieu de penser que le problème pourra être résolu, quand à l'étude de la feuille viendra s'ajouter celle de la tige, et au besoin celle de la racine. M. Sauvageau a pu encore différencier l'*Althenia filiformis* de l'A. Barandonii que les floristes avaient confondu dans ces derniers temps. — Les diaphragmes qui cloisonnent les canaux aérifères ont, dans tous les cas, même structure et même origine. — L'épiderme des plantes marines n'est pas, comme on l'a cru jusqu'ici, la seule assise chlorophyllienne; on trouve aussi de la chlorophylle dans les cellules du parenchyme. — Dans un certain nombre de genres (*Posidonia*, *Ruppia*, *Cymodocea*, etc.), on trouve des cellules sécrétrices dont le contenu paraît être une matière tannique. — Le bois des faisceaux des feuilles pétiolées des *Potamogeton* est tout à fait particulier: il se compose de deux sortes de bois primaire qui sont différentes comme origine, comme structure et comme mode de disparition. — Le système mécanique, contrairement à l'opinion généralement acceptée, subit très incomplètement l'action modificatrice du milieu, car il prend dans certaines espèces un développement très important. — Les stomates qui manquent généralement dans les feuilles submergées, se rencontrent dans les feuilles de quelques espèces; s'ils ne sont pas utiles à la plante, ils ne lui sont pas nuisibles ainsi qu'en témoignent les expériences faites à ce sujet par l'auteur. Au reste, quand un index de liquide pénètre dans un canal aérifère, la plante se protège en subérifiant la membrane des cellules du canal en contact avec l'index de liquide. — Jusqu'ici on n'avait jamais signalé l'existence d'une communication entre la nervure médiane et le milieu extérieur; cependant chez un grand nombre d'espèces, les cellules épidermiques du sommet de la feuille tombent, et la nervure médiane s'ouvre réellement au sommet de la feuille: c'est l'*Pouverture apicale*. Ce fait a conduit l'auteur à prouver l'existence d'échanges liquides entre les plantes aquatiques et le milieu ambiant, de sorte qu'elles sont parcourues par un courant d'eau analogue au courant d'eau de transpiration des plantes terrestres; cette constatation des plus intéressantes n'avait jamais été faite jusqu'ici.

Après l'énumération des résultats importants et nombreux de cet excellent mémoire, il me paraît bien inutile d'en faire ressortir davantage l'incontestable valeur. C'est là un travail longuement et consciencieusement mûri, auquel l'auteur n'a pas craint de consacrer plusieurs années, et qui se recommandera de lui-même à l'attention de tous les botanistes sérieux; nous sommes d'autant plus heureux d'en faire l'éloge que depuis quelque temps, il faut bien l'avouer, les thèses de Botanique n'ont pas été très brillantes, comme les lecteurs de la Revue ont pu en juger.

J. HÉRAULT.

Roché (Dr Georges). — Contribution à l'étude de l'Anatomie comparée des réservoirs aériens d'origine pulmonaire chez les Oiseaux. *Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris*. Ann. des Sc. nat., Masson, 1891.

Jusqu'ici tous les travaux consacrés à l'étude anatomique de l'appareil aérifère des Oiseaux, n'ont intéressé qu'un très petit nombre d'espèces. Il est vrai que M. Sappey avait donné une excellente description de cet

appareil chez le Cygne et le Canard, que Campana avait fait une étude minutieuse des sacs aériens du Poulet; mais ces travaux ne pouvaient évidemment avoir une portée très générale, et l'anatomie comparée de ce groupe d'organes restait entièrement à faire.

C'est ce qui ressort de l'aperçu historique, consciencieux dont M. G. Roché a fait précéder son travail.

Avec les anciens procédés de dissection, il eût été à peu près impossible d'entreprendre une pareille tâche, et c'est ce qui a amené l'auteur à instituer une technique nouvelle, qui lui a permis d'injecter toutes les vésicules aérifères d'un Oiseau sous une même pression et dans des conditions identiques. Ainsi, il a pu connaître la forme, les capacités relatives, les rapports des différents sacs aériens d'un même animal et les variations de ces sacs suivant les divisions zoologiques et les conditions biologiques des différents Oiseaux.

Grâce à cette méthode rigoureuse, il a été relativement facile à l'auteur d'étudier l'appareil aérifère d'un très grand nombre d'individus, et l'on peut voir, d'après les descriptions qu'il fournit, que ces recherches anatomiques apportent à la diagnose zoologique de sérieux et utiles renseignements.

Au cours de son travail, il a été amené à envisager le problème de l'aération sous-cutanée, question encore controversée jusqu'à ce jour, en dépit des importants travaux auxquels elle a donné lieu. M. Georges Roché a démontré d'une façon définitive la présence de lacunes aérifères sous-cutanées, et en a même étudié les variations avec la place zoologique et le genre de vie des êtres considérés.

L'étude des modifications anatomiques enfin, suivant les conditions biologiques des Oiseaux, dans leurs organes aérifères, l'a amené à quelques remarques curieuses sur le fonctionnement de ceux-ci.

Bien que l'auteur se défende de vouloir élever une théorie anatomique de ce fonctionnement, et qu'il laisse à la physiologie expérimentale le soin d'éclaircir cette délicate question, il montre que toutes nos connaissances sur ce sujet étaient au moins improvisées, sinon fausses, et que, sans l'étude de l'anatomie comparée des réservoirs aériens, il était impossible d'en entreprendre l'examen physiologique.

La classe des Oiseaux constituant un groupe beaucoup plus homogène que la classe des Mammifères ou celles des Reptiles, on admettait volontiers que les notions fournies par l'étude monographique de certains types étaient applicables aux autres types du même groupe et, par suite, que la structure et les fonctions des Oiseaux étaient suffisamment connues. Le mémoire de M. Roché, qui a valu à son auteur le titre de Docteur ès sciences naturelles, montre que c'était là une idée complètement erronée, et qu'il était téméraire de tirer des déductions générales de quelques notions isolées ou incomplètes. En même temps, ce travail, l'un des plus considérables qui aient été publiés dans ces derniers temps sur l'anatomie et la physiologie des Oiseaux, fournit au zoologiste des éléments nouveaux pour la classification intérieure d'un groupe dont la distribution présente de sérieuses difficultés et dont les divisions n'ont été que trop souvent établies sur des caractères d'une importance secondaire.

E. OUSTALET.

4° Sciences médicales.

Bureau. — Guide pratique d'accouchements. (prix: 6 fr.) Société d'éditions scientifiques, rue Antoine-Dubois, Paris, 1892.

Exposé critique des meilleures méthodes de traitement usitées en obstétrique. Avant de présenter la thérapeutique, l'auteur rappelle brièvement, à propos de chaque cas particulier, les principaux caractères cliniques, c'est-à-dire qu'il s'agit là d'un livre essentiellement pratique. L'ouvrage se divise en cinq parties: 1° de la conduite à tenir pendant la grossesse; 2° pendant l'accouchement; 3° dans les cas de dystocie; 4° dans les suites de couches; la cinquième partie

est un abrégé de la technique opératoire obstétricale.
D^r Henri HARTMANN.

Sollier (D^r Paul). *Psychologie de l'Idiot et de l'Imbécile*. in-8, III — 276 pages avec 12 planches hors texte (5 francs). — F. Alcan, éditeur, 108, boulevard Saint-Germain, Paris, 1891.

Le livre de M. Sollier était destiné à combler une importante lacune de notre littérature médicale. On s'est peu occupé jusqu'ici, du moins en France, d'analyser l'état mental des idiots et des imbéciles; on n'a que très rarement songé à tirer parti des matériaux considérables que leur étude pouvait fournir à la psychologie expérimentale, et c'était rendre un véritable service que d'attirer de ce côté l'attention des psychologues. M. Sollier l'a compris et il faut lui être reconnaissant d'avoir entrepris de nous donner un tableau d'ensemble de la vie mentale des dégénérés inférieurs. C'était là une tâche très difficile et qu'on ne pouvait guère espérer mener à bien en un premier essai. Il aurait fallu pour interpréter exactement les phénomènes une connaissance approfondie de la psychologie normale et en particulier de la psychologie physiologique qu'il serait injuste d'exiger de M. Sollier. Il est plus familier, et cela est tout naturel, avec la clinique qu'avec les méthodes analytiques de la psychologie; il se meut avec aisance au milieu des théories contemporaines sur le mécanisme de la volonté, de l'attention ou du jugement, mais il semble qu'il en ait une connaissance récente et comme extérieure. Il cite Ribot ou Binet comme les scolastiques du xix^e siècle citaient Aristote et comme on cite encore aujourd'hui les autorités dans les séminaires. De là des longueurs, l'exposé très inutile parfois de lois psychologiques, familières à tous les hommes du métier, et qu'on irait chercher, s'il en était besoin, dans les traités élémentaires ou les monographies classiques. Le caractère spécial de cet ouvrage (c'est la thèse inaugurale de M. le D^r Sollier) peut probablement expliquer les vices de composition qu'il renferme, et je ne doute pas qu'ils ne disparaissent d'une seconde édition. M. Sollier a été, comme tous ceux qui se sont occupés de la question, très embarrassé pour donner une définition de l'idiotie. Voici celle à laquelle il s'est arrêté : « L'idiotie est une affection cérébrale chronique, à lésion variée, caractérisée par des troubles des fonctions intellectuelles, sensitives et motrices, pouvant aller jusqu'à leur abolition presque complète et qui n'emprunte son caractère spécial, particulièrement en ce qui concerne ces troubles intellectuels, qu'au jeune âge du sujet qu'elle frappe. » C'est, on le voit, une définition très générale et qui par sa généralité même semble soustraite à toutes les objections. Mais elle nous apprend bien peu de choses et ne peut servir à différencier l'idiot de l'imbécile. Il est un point cependant que M. Sollier a signalé et sur lequel il eût insisté utilement, c'est qu'il faut se garder de considérer l'idiotie ou l'imbécillité comme de simples arrêts de développement; l'idiot n'est pas un homme resté enfant, c'est un malade comme l'aliéné; les troubles moteurs et sensoriels dont il est le sujet, le montrent assez clairement : c'est un dégénéré. M. Sollier a réparti en trois classes les malades dont il s'occupe : Idiots absolus, Idiots simples, Imbéciles. Je ne m'arrêterai pas à faire la critique de ces dénominations qui auraient pu être mieux choisies : absolu et simple sont deux termes qui s'opposent mal l'un à l'autre; mais ce sont de simples étiquettes destinées à désigner tel ou tel groupe d'individus. M. Sollier a adopté comme principe de sa classification l'état de l'attention chez les malades qu'il étudie; l'idiotie absolue est caractérisée d'après lui par l'impossibilité de l'attention, l'idiotie simple par la faiblesse et la difficulté de l'attention, l'imbécillité par son instabilité. C'est à un phénomène à la fois complexe et dérivé que s'est attaché M. Sollier; aussi sa classification est-elle arbitraire en quelque mesure et en tous cas empirique. L'attention est un résultat : elle dépend de l'état des sensations,

des images et des réactions motrices; sa faiblesse ou son instabilité peuvent provenir de causes très diverses; y a-t-il rien de commun par exemple entre l'inattention du dément et celle du maniaque? Il semble donc que M. Sollier se soit exposé à réunir en un même compartiment des malades dont les anomalies psychiques soient très différentes; s'il en est ainsi, sa classification n'aurait plus qu'une valeur pratique; c'est au reste en vue de l'éducation des idiots et sur les indications des instituteurs qu'elle semble avoir été faite. A en juger par cette classification, les imbéciles seraient de très proches parents des idiots simples; la faiblesse et l'instabilité de l'attention sont en effet choses très voisines et qui tiennent souvent aux mêmes causes; mais dans un autre passage de son livre (p. 266), M. Sollier oppose les idiots et les imbéciles. « L'idiot est, avant tout, un être incapable d'actions et d'idées. C'est un individu *incomplètement* développé. L'imbécile est au contraire un individu *anormalement*, irrégulièrement développé, capable d'actions et d'idées qui forment souvent des anomalies pour la plupart, comme le cerveau qui les élabora. L'idiot peut présenter une certaine sensibilité affective, durable; l'imbécile est égoïste, souvent méchant, même pour ceux qui lui font du bien. L'idiot agit plus sous l'influence de la douceur, l'imbécile sous celle de la crainte; l'un est timide, l'autre arrogant; l'un est capable de travailler, l'autre est un paresseux endurci; l'un est bon, l'autre est mauvais. Chez l'un le raisonnement est faible, chez l'autre il est faux; chez le premier, la volonté est faible, chez le second, elle est instable. L'idiot n'est guère suggestible, l'imbécile l'est beaucoup... Les idiots sont extra-sociaux, les imbéciles anti-sociaux. » Il y a sans doute des imbéciles et des idiots qui correspondent à la description de M. Sollier, mais il s'en faut beaucoup qu'elle puisse s'appliquer à tous les idiots et à tous les imbéciles; c'est une grande exagération de prétendre que l'idiot est incapable de mouvements volontaires et que son intelligence est vide d'idées; il y a des idiots éducatables. M. Sollier le sait mieux que personne; tous les imbéciles ne sont pas les êtres brutaux, méchants et ingouvernables que décrit M. Sollier; il en est de très doux et qui sont certainement beaucoup moins anormaux que certains idiots chez lesquels il existe des tics, des contractures, des parasthésies, qui constituent de véritables tares nerveuses et non pas de simples arrêts de développement. En réalité il n'y a pas de frontières nettes qui séparent les idiots des imbéciles, ni les imbéciles des débilés; tous sont à des degrés divers des déséquilibrés comme les dégénérés supérieurs. — Il a manqué un fil conducteur à M. Sollier dans cette analyse de l'état mental des imbéciles et des idiots; il l'aurait trouvé très probablement dans l'étude expérimentale des sensations et des réactions motrices simples des malades sur lesquels il faisait porter ses recherches. Ce qui fait le plus défaut à son livre, c'est une vue d'ensemble qui en relie les diverses parties; les variations de l'attention chez les malades lui ont servi à les répartir en diverses catégories, mais cette classification n'est pas une classification explicative; l'auteur semble souvent n'y pas songer et les différents chapitres de l'ouvrage sont simplement juxtaposés. En réalité, malgré son titre, le livre de M. Sollier est avant tout un ensemble de descriptions cliniques, d'ordinaire fort intéressantes et qui n'ont que le défaut d'être trop générales et un peu superficielles. Le chapitre qui est consacré au langage est peut-être le meilleur; les recherches sur l'écriture des idiots et des imbéciles méritent tout particulièrement d'arrêter l'attention. Il faut signaler aussi le chapitre VI qui traite des sentiments et qui renferme de très utiles et très intéressantes descriptions, et les remarques très curieuses que M. Sollier a faites sur les formes diverses de l'association des idées chez les dégénérés inférieurs. Le livre de M. Sollier rendra des services, malgré les vices de méthode que nous avons dû signaler, et les psychologues auront grand profit à le lire. L. MARILLIER.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 7 décembre.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. A. Markoff : Sur la théorie des équations différentielles linéaires. — M. H. Parenty : Sur les modifications de l'adiabatisation d'une veine gazeuse contractée.

2^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. Hinrichs indique comment on peut, suivant les principes de mécanique chimique exposés dans ses précédentes communications, calculer la température d'ébullition des éthers isomériques des acides gras. — M. H. Moissan répond à la réclamation de priorité formulée par M. A. Besson relativement à la découverte des phosphures de bore. — M. G. Charpy a étudié la variation de la tension de vapeur des solutions de chlorure de cobalt avec la température. La courbe représentative du phénomène est constituée par deux parties rectilignes raccordées par une partie curviligne; la couleur de la solution est rouge franc aux températures correspondant à la première partie rectiligne de la courbe, bleu franc aux températures correspondant à la seconde. Ces faits relatifs aux tensions de vapeur sont superposables à ceux observés par M. Etard relativement aux variations de la solubilité; ils comportent la même conclusion, à savoir l'existence de deux états stables pour le chlorure de cobalt dissout. — M. Joannis a constaté que le sodammonium et le potassammonium sont décomposés par divers métaux, notamment par le mercure, le plomb et l'antimoine; l'auteur étudie particulièrement l'action du mercure et celle du plomb en excès. — M. G. Massol a déterminé la chaleur de dissolution de l'acide malique actif anhydre, et les chaleurs dégagées dans la neutralisation de cet acide par la potasse et la soude; il a obtenu les malates neutres à l'état cristallisé. — M. Léo Vignon a étudié les pouvoirs rotatoires de scomposants de la soie; le grès, dissout dans une lessive de soude étendue, a donné une déviation $[\alpha]_D = -39^\circ$; la fibroïne, dissoute dans l'acide chlorhydrique a donné une déviation $[\alpha]_D = -40^\circ$. Ce pouvoir rotatoire varie peu par la dilution ou la neutralisation des solutions. La soie est donc lévogyre, comme toutes les matières albuminoïdes.

3^{re} SCIENCES NATURELLES. — A propos de la communication de MM. Marciano et Müntz sur la quantité d'ammoniaque contenue dans l'eau de pluie à Caracas (Vénézuëla), quantité donnée comme plus élevée qu'en Europe, M. Albert Lévy fait remarquer que le chiffre choisi par les auteurs pour représenter la moyenne européenne est notablement trop bas. Beaucoup d'observateurs, et M. Albert Lévy lui-même ont obtenu une moyenne supérieure à celle trouvée par MM. Marciano et Müntz à Caracas. — M. N. Wedensky dans des recherches précédentes, avait établi que des excitations électriques très fréquentes et très fortes du nerf moteur mettent les muscles en état d'inhibition. Il a recherché dans quelle partie de l'appareil nerve-musculaire se produit cette inhibition. L'état inhibitoire peut être établi dans un muscle en portant directement les excitations sur ce muscle; mais cet effet est impossible à obtenir sur un muscle curarisé. Le phénomène avait donc son siège dans les plaques motrices. — M. J. Bonnier a recherché chez les *Orchestiidae* la glande antennale, pour décider par la présence ou l'absence de cet organe très constant dans le groupe, si cette famille doit être, comme on le fait généralement, séparée des *Gammaridae*. M. Bonnier a reconnu l'existence de cette glande antennale, mais elle n'est pas ce qu'a décrit sous ce nom chez le *Talitrus locusta* M. Y. Delage, qui

aurait pris pour une glande et son canal excréteur un muscle et son tendon. — MM. G. Pouchet et H. Beauregard communiquent la liste des grands Cétacés échoués sur la côte française depuis 1885; le ministère de la marine a organisé un service d'informations spécial qui a permis de profiter de ces échouements pour enrichir les collections du Muséum de nombreuses photographies et pièces anatomiques. — M. A. Giard a continué l'étude du champignon parasite des Criquets pèlerins qu'il a décrit sous le nom de *Laenidium acridiorum*. En variant les milieux de culture et en laissant vieillir ces cultures, il a obtenu des formes nouvelles de fructification, sur lesquelles il se fonde pour discuter la position systématique de cette espèce. — M. Ed. Heckel a observé dans les graines de l'*Araucaria Bidwellii* un mode de germination très particulier, dont on retrouve seulement quelques indices chez *A. Brasiliensis*. Quand la radicule est sortie des enveloppes de la graine, elle se rentle en un tubercule dans lequel passent peu à peu toutes les réserves de la graine et des cotylédons, qui restent coiffés des enveloppes; puis toute cette partie vidée est coupée par une zone subéreuse qui se forme à la base des cotylédons, et la gemmule reste seule attenant au tubercule radicaire. Sous cette forme, la plantule est plus résistante que dans la graine; c'est pourquoi elle est généralement expédiée d'Australie en cet état.

Histoire des Sciences. — M. Nordenskiöld, dans une lettre adressée à M. Berthelot, annonce qu'il a entrepris la publication des *Lettres et Mémoires* inédits de Scheele.

Mémoires présentés. La CHAMBRE SYNDICALE de commerce en gros des vins et spiritueux de Paris et de la Seine transmet à l'Académie un rapport sur le déplâtrage des vins; elle demande l'avis de la Compagnie sur l'emploi de la strontiane à cet usage. — M. François adresse un Mémoire relatif à un système de torpille automobile. — M. L. Camescasse soumet au jugement de l'Académie une note sur la suppression du postulat d'Euclide.

Séance du 14 décembre

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. H. Poincaré : Sur la distribution des nombres premiers. — M. R. Liouville : Sur les intégrales du second degré dans les problèmes de mécanique. — M. A. Petot : Sur une classe de congruences de droites. — M. le général Venukoff expose l'état actuel des travaux géodésiques et topographiques en Russie. — Mlle D. Klumpke : Observations de la planète Borely (Marseille, 27 novembre 1891) faites à l'Observatoire de Paris.

2^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. E. Carvallo, dans une précédente communication, avait montré que des équations du type Boussinesq-Helmholtz satisfaisent rigoureusement aux lois de la double réfraction en même temps qu'à la dispersion. Il montre aujourd'hui comment ces équations peuvent contenir aussi les lois de la polarisation rotatoire et de la dispersion. — M. H. Bagard propose comme étalon de force électromotrice un couple thermo-électrique constitué par deux liquides; en disposant dans un récipient de forme particulière un amalgame de zinc (contenant 0,0005 de zinc pour 1 de mercure) avec une solution de sulfate de zinc saturée à zéro, les contacts étant maintenus respectivement dans la glace fondante et dans l'eau bouillante, il obtient un couple impolarisable donnant une force électromotrice invariable de 0 volt, 1167. — M. Lecoq de Boisbaudran rappelle qu'en l'année 1866, il adressait à l'Académie deux notes relatives à la sursaturation, qui ne furent pas insérées aux

Comptes-Rendus ; il rapporte textuellement quelques passages de ces deux notes pour montrer que, dès cette époque, il avait reconnu que la sursaturation est un fait absolument général, indispensable à la cristallisation, et accompagnant tous les changements d'état.

— Dans une précédente communication, M. A. Etard avait montré qu'il est de règle pour les sulfates que leur solubilité dans l'eau décroisse à partir d'une certaine température. Il a cherché si le sulfate de soude obéissait à cette règle, et il a reconnu en effet que la solubilité de ce sel, après avoir présenté les perturbations indiquées par Gay-Lussac, reste constante jusqu'à 230°, et décroît à partir de cette température. De la marche de la solubilité, il tire des conclusions sur l'état du sel en solution. Un hydrate parfaitement défini, mis en présence de l'eau, peut donner lieu à des phénomènes plus complexes que la simple dissolution de cet hydrate. Cette hypothèse est vérifiée par l'étude de la courbe de solubilité du chlorure de strontium $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, courbe qui présente une perturbation vers 60°, comme l'avait déjà indiqué Mulder. — M. D. Berthelot, étudiant par la méthode des conductibilités électriques l'état des sels alcalins de l'acide phosphorique en solutions étendues, a reconnu que les phosphates mono et bibasiques sont stables, tandis que le troisième équivalent de base est presque complètement dissocié. — M. A. Recoura a reconnu l'existence, pour le sesquioxide de chrome, de deux variétés de même composition, mais de propriétés différentes, l'une verte, l'autre violette. Ces deux variétés sont complètement comparables à celles que l'auteur a signalées pour le sesquichlorure, et se produisent dans les mêmes conditions ; — M. G. André a repris l'étude du composé BiO_3H , il pense qu'il faut le considérer réellement comme un acide bismuthique ; il a réussi en effet à préparer des bismuthates de potassium, de composition plus constante que ceux signalés jusqu'à présent, et qui jouissent d'une certaine stabilité vis-à-vis de l'eau bouillante. — M. C. Friedel reprend, pour les exposer d'ensemble, ses recherches sur la constitution de l'acide camphorique, recherches démontrant que ce composé n'est pas un acide bibasique, mais qu'il a à la fois les fonctions acide, acétone et alcool tertiaire. C'est le voisinage de deux groupements fonctionnels CO_2H et CO et de l'oxydrique alcoolique qui imprimerait à ce dernier un caractère acide particulièrement marqué. D'abord, une telle constitution permet de faire dériver facilement de la formule du camphre établie par M. Kékulé et généralement admise, une formule de l'acide camphorique, qui traduit bien les propriétés et les réactions de ce composé. Ensuite, il y a diverses réactions dans lesquelles l'acide camphorique se comporte comme un acide-alcool et non comme un acide bibasique, par exemple le virage de l'orange Poirier, qui se produit quand on a ajouté à l'acide camphorique une seule molécule de potasse. Enfin, l'étude des éthers camphoriques fournit des preuves convaincantes. Il existe en effet pour chacun des acides camphorique ou isocamphorique deux éthers acides isomériques. M. Friedel a obtenu ces isomères, l'un en saponifiant par la potasse l'éther camphorique diéthylique, l'autre en combinant directement l'alcool à l'acide camphorique en présence d' HCl . Ces deux éthers ont des propriétés physiques distinctes, quoique voisines, mais l'un est saponifié très facilement par la potasse, tandis que l'autre résiste à cette saponification ; les mêmes faits s'observent avec l'acide isocamphorique. — M. P. Mahler a établi de la façon suivante le bilan calorifique de la distillation en grand d'une houille ; il a déterminé, d'une part, la chaleur de combustion de la houille, d'autre part, les chaleurs de combustion de tous les produits de la distillation et du coke ; la somme des pouvoirs calorifiques de ces produits accuse sur le pouvoir calorifique de la houille un déficit d'environ 3,5 %. — M. F. Garras a obtenu par la cuisson à 1200° d'une pâte d'amiant pulvérisée une porcelaine translucide, à pores très fins ; cette porce-

laine fournit des filtres convenant très bien pour la stérilisation des liquides, car les micro-organismes ne la pénétrant pas, il suffit de laver extérieurement le filtre pour le nettoyer.

3^e SCIENCES NATURELLES. — MM. A. Gautier et R. Drouin, à propos de la communication récente de MM. Schläsing fils et E. Laurent sur la fixation de l'azote par les plantes, rappellent leurs travaux sur la fixation de l'azote par le sol, et après avoir comparé les deux séries de recherches, concluent comme ils le faisaient en 1888 : Les sols pourvus de matière organique, et ceux-là seulement, fixent l'azote libre ou ammoniacal de l'atmosphère, même en l'absence des plantes, et la matière organique qui existe dans tout sol arable est l'intermédiaire indispensable de cette fixation d'azote. — M. de Bruyne décrit le tissu conjonctif réticulé qu'il a observé dans la tunique musculaire de l'intestin de divers animaux, particulièrement de la grenouille et du cobaye ; les cellules conjonctives anastomosées sont entremêlées étroitement avec les fibres musculaires lisses, et réunissent les éléments conjonctifs de la muqueuse à ceux de la séreuse à travers toute la paroi intestinale. — M. L. Roule décrit les premières phases du développement des crustacés édriophthalmes. — M. R. Moniez a reconnu dans un parasite de l'intestin de l'*Oxyrrhinus glauca* l'état parfait du *Gymnorhynchus reptans*, qui n'était jusqu'ici connu qu'à l'état enkysté dans les muscles et le foie de divers autres poissons. — M. F. Regnault a étudié chez les Hindous, où elle est très développée, la fonction préhensile du pied ; il a reconnu que le gros orteil possède des mouvements étendus et énergiques d'adduction, d'abduction, d'élévation et d'abaissement, mais jamais d'opposition. — M. de Quatrefages, qui présente cette note, ajoute qu'elle clôt la discussion sur le prétendu gros orteil opposable de l'homme, et que cet argument ne peut plus être invoqué en faveur de l'origine simienne de l'homme. — M. Bleicher signale la présence de coquilles terrestres tertiaires dans le tuf volcanique de Limbourg (Kaiserstuhl, Grand-Duché de Bade). — M. Duponchel énonce sept principes, qui règlent la circulation des vents à la surface du globe.

Mémoires présentés. — M. Fr. Lesska adresse une note d'analyse mathématique. — M. de Backer adresse une note sur un nouveau procédé de conservation des matières organiques et sur les applications médicales qu'on en peut tirer. — M. A. Fernandus adresse une note relative à un mode de traitement des vignes phylloxères. — M. Léopold Hugo adresse une note : Sur l'ancienne disparition (1836) de l'étoile nouvelle d'Andromède. — M. Huber adresse une note relative à la formation des anneaux de Saturne.

L. LAFICQUE.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 24 novembre.

M. Ed. Nocard : Sur l'emploi de la tuberculine comme moyen de diagnostic de la tuberculose chez les animaux de l'espèce bovine. L'auteur, dans cette note, complète sa communication antérieure (voir la séance du 13 octobre 1891, p. 730) sur deux points importants. Ses nouvelles recherches en confirment d'abord les résultats, en montrant que la tuberculine permet de faire aujourd'hui avec une quasi-certitude le diagnostic de la tuberculose bovine, même dans le cas où la lésion est très limitée. Elles démontrent ensuite et surtout que les injections de tuberculine n'ont aucune influence sur la qualité ou sur la quantité du lait produit, ni sur l'issue de la gestation.

Séance du 1^{er} décembre.

M. Lereboullet lit un rapport sur les remèdes secrets. — M. Cornil : Rapport sur le prix Portal. — M. Ménière donne lecture d'un mémoire sur les tumeurs adénoïdes. — M. Chaumier (de Tours) lit un travail sur

l'hystérie chez les nouveau-nés et les enfants au-dessous de deux ans.

Séance du 8 décembre.

Le Président annonce à l'Académie la mort de M. Féréol, secrétaire annuel, et celle de M. Barthez. Sur la demande du Président, la séance est levée en signe de deuil.

Séance du 15 décembre.

M. Féréol : Rapport général sur les prix décernés en 1891, lu par M. Bergeron. — M. Le Président : Proclamation des résultats des concours de 1891. Prix proposés pour 1892, 1893 et 1894. — M. Cadet de Gassicourt : Coup d'œil sur la médecine française au XIX^e siècle.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 28 novembre.

M. A. Chauveau : Sur le circuit sensitivo-moteur des muscles. (Voir l'analyse de ce travail dans la *Revue* du 15 décembre, p. 804.) — MM. Chamberlont et Saint-Hilaire ont voulu vérifier expérimentalement si l'asphyxie hâte l'accouchement, conformément à l'opinion généralement admise. Une chienne prête à mettre bas a été mise de diverses manières en état d'asphyxie : l'avortement ne s'est pas produit. — M. E. Bourquelot : Sur la répartition des matières sucrées dans le Cèpe comestible (voir C. R. de l'Académie du 23 novembre, p. 798). L'auteur indique un procédé pour accélérer la tréhalose dans l'extrait alcoolique des champignons ; il frotte une lamelle de verre avec un cristal de tréhalose, dépose au même point une goutte d'extrait et observe au microscope ; des cristaux caractéristiques apparaissent très facilement. — On sait que les courants d'induction appliqués au gastro-cœmien de la grenouille dans leur forme habituelle produisent une secousse musculaire plus vive à la rupture qu'à la fermeture du circuit inducteur. M. Courdate indique diverses manières de disposer les circuits pour obtenir soit l'égalité de la secousse à la clôture et à la rupture, soit une secousse plus forte à la clôture. Les effets physiologiques sont en raison de la vitesse des variations du potentiel. — M. R. Blanchard signale que le *Distoma heterophyes* de Bilharz, parasite de l'homme, vient d'être retrouvé en Egypte par M. W. Innés. — MM. Abelous et P. Langlois ont détruit les capsules surrénales chez la grenouille, par cautérisation ignée ; ils ont observé les faits suivants : la destruction des deux capsules surrénales entraîne fatalement la mort ; la durée de la survie paraît être en raison inverse de l'activité des échanges. Si on laisse subsister une des deux capsules, ou une partie notable d'une capsule, l'animal ne meurt pas. L'insertion sous la peau, après l'opération, des fragments de capsules, ou bien l'injection d'extrait aqueux des capsules retarde la mort. L'injection intra-veineuse du sang d'une grenouille mourante, à la suite de la destruction de ses deux capsules, ou à une grenouille chez laquelle on vient de détruire ces deux organes, entraîne une mort rapide. — M. P. Langlois a constaté par des recherches calorimétriques faites sur le cobaye que la section de la moelle produit une augmentation de la thermogénèse, en même temps que l'animal se refroidit. — M. P. Morau a injecté à des souris du suc cancéreux filtré sur porcelaine ; les résultats ont été contradictoires. — MM. Héricourt et Ch. Richet ont inoculé à deux singes la tuberculose aviaire ; les deux animaux ont résisté. Six mois plus tard, inoculés avec la tuberculose humaine, ils sont devenus malades, mais vivent encore (32 jours), tandis qu'un témoin est mort au bout de 32 jours. — M. P. Sérioux donne la relation détaillée d'un cas d'agrapie d'origine sensorielle ; l'autopsie fit constater des lésions portant sur les centres visuels et auditifs, tandis que les centres psycho-moteurs étaient restés intacts.

Séance du 5 décembre.

MM. Féréol et Herbert ont dosé le bromure de potassium dans l'organisme total des cobayes qui en avaient absorbé de fortes doses pendant leur vie. Ils en ont retrouvé des quantités considérables accumulées chez des sujets qui n'avaient présenté aucun symptôme d'intoxication. Chez des femelles pleines, ils ont retrouvé un peu de bromure chez les fœtus. — M. Laborde rappelle à ce propos qu'il a noté autrefois que le lapin est réfractaire à l'action toxique des bromures. A propos du passage du bromure de la mère aux fœtus, il rapporte avoir observé que des femelles de cobayes rendues épileptiques par le procédé de M. Brown-Séquard et qui donnaient naissance à des petits épileptiques donnaient naissance à des petits normaux lorsqu'elles avaient été bromurées avant la gestation. Il a pu, dans un cas chez l'homme, empêcher de la même manière la transmission héréditaire de l'épilepsie. — M. Dupuy rappelle que l'hérédité de l'épilepsie expérimentale n'est pas la règle chez les cobayes, qu'il faudrait donc des expériences très nombreuses pour démontrer l'influence d'un médicament sur cette transmission. — M. de Coninck signale le pouvoir antifermentescible des ptomaines en C⁸. — MM. Charrin et Gley ont observé que les lapines qui ont été infectées par le bacille pyocyanique et qui ont survécu, ou bien qui ont reçu en grande quantité les produits solubles de ce bacille, ne peuvent plus reproduire normalement ; elles avortaient ou bien les petits ne grandissent pas et meurent jeunes. — M. Galippe a trouvé des parasites dans des fragments de foie et de rein normaux, recueillis dans des conditions rigoureuses d'asepsie. Il conserve quelque temps ces fragments à l'étuve avant que les mettre en contact avec les milieux nutritifs, et se sert pour cela des tubes de culture spéciaux. — A propos de cette communication, M. Richet rappelle que dans des expériences faites avec M. L. Olivier, il a trouvé fréquemment des microbes dans les muscles des poissons. — M. Pouchet rapporte avoir observé souvent des microbes en grande quantité par l'examen microscopique direct des rates de poissons. — M. Physalix confirme le fait. — M. Laborde rapporte des faits cliniques destinés à établir la grande tolérance des malades pour le bromure de strontium à haute dose ; mais il importe de s'assurer que le strontium est rigoureusement exempt de baryum. Il fait remarquer que la loi de toxicité moléculaire, telle que M. Richet l'a démontrée pour la famille des métaux alcalins, ne semble pas s'appliquer à la famille des métaux alcalino-terreux.

L. LAPICQUE.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 18 décembre.

M. A. Berget indique la méthode qu'il emploie pour mesurer la durée d'oscillation d'un pendule. Il a recours à un enregistrement optique. Le pendule est muni d'un écran percé d'une fente sur laquelle une lentille fait converger de la lumière ; une autre lentille reprend ces rayons et donne une image de la fente sur une bande photographique. Quand le pendule passe dans la verticale, la fente laisse passer la lumière durant un temps très court, et l'on a un trait sur la bande photographique : cette bande se déplace comme une bande de récepteur Morse. On peut inscrire ainsi les oscillations pendant un jour sidéral. Le commencement et la fin du jour sidéral se déterminent par le passage d'un même astre sous la croisée de fil d'une lunette méridienne. Une seconde fente lumineuse, constamment occultée par un écran peut être dégagée en touchant un bouton qui ferme un courant ; on presse ce bouton au passage de l'astre dans la lunette, et l'on a ainsi les traits marquant le commencement et la fin de l'expérience sur la même bande que les traits indiquant les oscillations. Une modification de cette mé-

thode permet d'avoir non seulement les durées des oscillations, mais leurs amplitudes, ce qui permettra la correction due à ce que l'amplitude n'est pas infiniment petite, dans le calcul de g . Une lentille faisant partie du système oscillant donne d'un point lumineux fixe une image qui se déplace horizontalement à chaque oscillation, sur une bande qui se déroule verticalement. On a une sinusoïde qui représente le mouvement même du pendule. Pour marquer le commencement et la fin du jour, on occulte le point lumineux lors du passage de l'étoile : on a une petite interruption sur la sinusoïde. Enfin, comme il est difficile de se procurer des bandes photographiques sensibles assez longues pour permettre l'enregistrement pour un jour entier, on peut, par un artifice, ramener cette inscription à une inscription électrique. Il ne faut en aucun cas fixer quoi que ce soit à l'appareil oscillant, car la durée de son oscillation serait altérée par le frottement le plus léger. Mais on peut faire tomber un rayon lumineux qui n'est transmis qu'à chaque passage dans la verticale sur l'une des électrodes d'une pile photo-électrique formée de deux lames d'argent iodé en solution chlorhydrique : on a un courant trop faible cependant pour permettre un enregistrement automatique. On se sert du galvanomètre comme relai : une goutte de mercure placée à côté de l'aiguille mobile est touchée par cette aiguille dès qu'elle est déviée, et ce contact ferme le circuit métallique d'un autre courant qui est aussi fort que l'on veut, et sur lequel est inséré un récepteur Morse. Ces diverses méthodes permettent d'avoir la durée d'oscillation d'un pendule sans fatigue et avec une très grande précision. — **M. H. Becquerel** rappelle quelques résultats obtenus par son père dans l'étude de la phosphorescence ; il a cherché à relier ces résultats par une formule déduite de considérations théoriques. **M. Edmond Becquerel** étudiait la déperdition d'intensité lumineuse avec le temps, d'une surface phosphorescente, en plongeant à côté de cette surface dans l'obscurité, une surface de papier huilé éclairée par une lampe placée derrière et mobile sur un banc perpendiculaire à cette surface. On déployait la lampe de façon qu'à chaque instant les deux surfaces paraissent également éclairées, et on étudiait les variations de la distance de la lampe avec le temps. L'inverse du carré de cette distance est proportionnel à l'intensité lumineuse de la substance phosphorescente. **M. H. Becquerel** a songé à expliquer la phosphorescence en admettant que les vibrations lumineuses s'amortissent peu à peu, et en leur appliquant les résultats relatifs au mouvement du pendule dans un milieu résistant. En prenant une force amortissante proportionnelle à la vitesse du mouvement, on a la formule connue qui relie l'intensité au temps par une exponentielle négative. La perte de lumière suivrait dans cette hypothèse la même loi que le refroidissement : mais cette formule ne s'accorde pas du tout avec l'expérience. Si l'on suppose que la force amortissante est proportionnelle au carré de la vitesse, on arrive pour l'intensité à

une formule très simple $i = \frac{1}{(a + bt)^2}$ où a et b sont

des constantes, ce qui revient à dire que la distance y de la lampe est une fonction linéaire du temps. La comparaison avec les nombres de **M. Edmond Becquerel** montre que cette relation se vérifie très bien dans le cas où l'on a affaire à des substances simples bien définies. Dans le cas de mélanges de substances phosphorescentes, comme le sulfure de calcium du commerce, on a une loi plus complexe, car l'intensité résultante est la somme de plusieurs termes tels que

$\frac{1}{(a + bt)^2}$ et la distance y n'est plus une fonction li-

néaire du temps. On peut toujours représenter les résultats en admettant que i est une fonction de la forme

$\sum \frac{1}{(a + bt)^2}$ dont on détermine les constantes a, b , etc.,

par les expériences mêmes. — **M. Guillaume** donne à

la Société quelques détails sur les décisions de la Commission anglaise du *Board of Trade* relatives aux unités électriques, en renvoyant pour plus de détails à l'article qui a paru dans la *Revue* sur le Congrès de Cardiff. (*Revue* du 30 oct., p. 687.) **Bernard Brunhes**.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 2 décembre

M. Adrian signale les difficultés que l'on rencontre dans la préparation des sels de strontium purs, qui sont actuellement employés en pharmacie ; il est presque impossible de les débarrasser complètement du baryum, inconvénient grave à cause de la toxicité des sels de ce métal. Parmi les méthodes qui lui ont semblé les meilleures pour la séparation des dernières traces de baryum, celle qui donne les meilleurs résultats consiste à traiter les sels de strontium par le sulfate de strontium dissous. A la suite de cette communication, **MM. A. Gautier, Prillat, Meunier et Lindet** présentent quelques observations sur l'emploi des sels de strontium et sur la séparation de ces sels d'avec ceux de baryum. — **M. Lindet** rappelle que **M. Baudry** a imaginé un procédé rapide pour le dosage de la fécule dans la pomme de terre ; ce procédé repose sur la transformation de la fécule en amidon soluble par l'action de l'acide salicylique à 100° et l'observation au saccharimètre de la solution. **M. Lindet** a étendu le procédé de **M. Baudry** à toutes les matières saccharifiables et fermentescibles contenues dans les orges et les malts destinés au travail de la brasserie ; il a dû modifier le procédé : la solubilisation de l'amidon se fait à 107-108° dans une solution saturée de sel marin ; les liqueurs filtrées ne sont pas examinées au saccharimètre, mais saccharifiées au moyen de l'acide chlorhydrique, et le glucose dosé par la liqueur de Fehling, on calcule en partant de ce dosage la quantité d'amidon. Il résulte d'analyses faites par l'auteur que le développement des radicales pendant la germination n'emprunte au grain que l'amidon, les matières azotées, les matières grasses et les sels, mais le ligneux reste intact. — **M. A. Gautier** communique une note de **M. Grawitz** sur la teinture en noir d'aniline, et indique comme nouvelle et donnant des résultats supérieurs à toutes les autres formules la proportion qu'il emploie. — **M. Laüth** discute la valeur des indications de **M. Grawitz**, et surtout leur nouveauté, et rappelle qu'il a depuis longtemps proposé et appliqué des formules qui permettent de teindre sans les altérer les tissus légers. — **M. Zune** envoie une note dans laquelle il dit que ses recherches sur les corps gras l'ont amené à démontrer que le point de fusion et celui de solidification des graisses sont identiques. Que la détermination des indices de réfraction des solutions saturées de matières grasses dans les divers dissolvants constitue un des meilleurs moyens de rechercher la falsification de beurres. Enfin qu'on peut facilement au moyen du réfractomètre rechercher l'huile de résine dans l'essence de térébenthine.

Séance du 11 décembre.

M. Gassel, en faisant agir le fluorure de bore sur l'alcool méthylique absolu, a obtenu plusieurs composés intéressants qui sont des fluorhydrates boriques : ce sont des composés bouillant à basse température 56-58, 90° ; le second est cristallisé et fond à 41°. Ils dépendent aux formules



Il a également obtenu le composé $\text{Bo} (\text{OCH}^3)^3$. — **M. Auger** a réussi à obtenir l' α -naphthylamine mononitrée, par l'action directe de l'acide nitrique sur l' α -naphthylamine en solution acétique ; ce procédé de préparation n'avait pas encore été indiqué, et on se servait de la réduction partielle du dinitronaphta-

lène. Avec la β -naphtylamine dans les mêmes conditions on obtient une naphtylamine dinitrée. — M. L. Bourgeois a continué ses recherches sur la sublimation des composés azotés dans le vide, et a réussi à sublimer de l'urée sans l'altérer. — M. Maquenne a remarqué que si l'on distille dans un courant d'azote de l'amalgame de baryum, afin de l'enrichir en baryum, il y a fixation par ce métal d'une grande quantité d'azote gazeux, qui est restituée ensuite par l'action des réactifs sous forme d'ammoniaque.

A. COMBES.

SOCIÉTÉ MATHÉMATIQUE DE FRANCE

Séance du 2 décembre

M. Carvallo, revenant sur le théorème fondamental pour la résolution numérique des équations qu'il a fait connaître dans sa thèse, précise les conditions de son emploi et signale diverses applications, importantes au point de vue pratique, qui peuvent en être faites. — M. Raffy montre que, parmi les surfaces dont les rayons de courbure principaux sont fonctions l'un de l'autre, les seules qui soient applicables sur une surface de révolution à méridienne générale, sont les hélicoïdes. — M. F. Lucas a été amené à penser, au cours de ses études de mécanique électrique, que les lois concrètement homogènes du fonctionnement d'une machine doivent pouvoir se représenter par des formules indépendantes du choix des unités fondamentales de longueur, de masse et de temps. Il cite, à l'appui de cette thèse, deux exemples remarquables relatifs à une dynamo à courants alternatifs avec induit sans fer et flux inducteur sinusoïdal. Si, pour une fréquence déterminée quelconque, on fait varier la résistance extérieure, on obtient divers régimes permanents; la puissance électrique moyenne totale W est alors liée à l'intensité moyenne I du courant par la formule

$$(1) \quad W = E^2 I^2 - \frac{4\pi^2 L^2}{T^2} I^4$$

dans laquelle figurent comme constantes la force électromotrice moyenne E , le coefficient de self-induction L de l'induit et la fréquence $\frac{1}{T}$. Si, pour une valeur déterminée quelconque de la résistance extérieure, on fait varier la fréquence $\frac{1}{T}$, on obtient divers régimes permanents; l'intensité moyenne I du courant est alors liée à la fréquence par la formule

$$(2) \quad I^3 = \frac{2\pi^2 Q_0^2}{R^2 T^2 + 4\pi^2 L^2}$$

dans laquelle figurent comme constantes le flux inducteur maximum Q_0 , la résistance totale R du circuit et le coefficient de self-induction L .

Remplaçant dans la formule (1) les variables concrètes W et I par les variables abstraites,

$$x = \frac{2\pi L}{ET} I, \quad y = \frac{2\pi L}{E^2 T} W,$$

on trouve

$$(1 \text{ bis}) \quad y^2 = x^2 - x^4.$$

Remplaçant dans la formule (2) les variables concrètes I et $\frac{1}{T}$ par les variables abstraites,

$$x = \frac{2\pi L}{R} \cdot \frac{1}{T}, \quad y = \frac{L\sqrt{2}}{Q_0} I,$$

on trouve

$$(2 \text{ bis}) \quad x^2 y^2 - x^3 + y^2 = 0.$$

Les phénomènes sont ainsi représentés, aux échelles

près, par des courbes absolument indépendantes des éléments concrets de la machine. M. F. Lucas estime qu'il y a là l'embryon d'une loi de philosophie naturelle qu'il se réserve d'approfondir.

Séance du 16 décembre

M. Hermann expose sa nouvelle méthode cryptographique, méthode de correspondance des lettres ou des clefs indéfinies. La méthode la plus rapide pour chiffrer et déchiffrer consiste à ranger les doubles colonnes des planches 2 et 3 de la brochure de M. Hermann dans l'ordre des lettres de la clef. — M. Félix Lucas fait une nouvelle communication relative aux équations abstraites du fonctionnement des machines. Considérant l'équation différentielle des courants induits alternatifs, entre l'intensité I du courant et un instant quelconque t , il démontre que si l'on admet *a priori* qu'il doit exister une équation linéaire numérique entre I et t , cette hypothèse conduit à l'intégration de l'équation proposée et se trouve entièrement confirmée par le résultat obtenu. — M. Carvallo a été amené par la précédente communication de M. Lucas sur ce sujet à l'énoncé de théorème que voici : Si, dans un type de machine, une fonction dépend seulement de 3 paramètres caractéristiques de la machine, et si on construit les courbes qui représentent cette fonction dans deux machines du même type, la deuxième courbe se déduit de la première par un simple changement dans les échelles des abscisses et des ordonnées. La démonstration de ce théorème est basée sur l'homogénéité des équations de la physique par rapport aux trois grandeurs fondamentales : longueur, temps et masse. — M. Fouret expose, en la simplifiant encore, une démonstration très simple du théorème de Budan-Fourier donnée par M. Niewngowski dans son *Cours d'algèbre*. Il rappelle comment on en conclut immédiatement le théorème de Descartes et la méthode de Newton pour trouver une limite supérieure des racines d'une équation. — M. Désiré André fournit des indications sur des démonstrations également très simples du théorème de Descartes et du théorème de Budan-Fourier, données il y a plusieurs années, par Fluck et par M. Ossian-Bonnet.

M. D'OCAGNE.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 26 novembre.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Sir William Thomson fait une communication sur l'instabilité du mouvement périodique.

2^{re} SCIENCES NATURELLES. — M. F. G. Sinclair présente une note sur un nouveau mode de respiration chez les Myriapodes. Les Scutigéridae, d'après l'auteur, respirent au moyen d'une série d'organes placés sur la ligne dorsale médiane, au bord postérieur de chaque anneau, excepté du dernier. Ce type de respiration diffère à quelques égards de celui des autres Myriapodes; mais à d'autres points de vue on peut rapprocher ces organes des trachées de certains Myriapodes. Les organes respiratoires des Scutigères occupent donc une situation intermédiaire entre les trachées des Myriapodes et les poumons des araignées. On peut ainsi constituer une série dont le terme le plus bas est formé par les trachées, les termes moyens par l'organe respiratoire des Scutigères et les poumons des araignées et le terme le plus élevé par les poumons des scorpions. — MM. Wood-Mason et A. Alcock présentent une nouvelle note sur la gestation chez les raies indiennes. Ils ont fait des observations : 1^{re} sur la femelle du trygon walga au moment de la parturition et sur les jeunes au moment de la naissance; 2^{re} sur l'utérus et les filaments nourriciers (trophonémata) du trygon walga à la fin de la gestation, et 3^{re} sur l'utérus et les filaments nourriciers (trophonémata) du trygon walga au commencement de la gestation. Les auteurs ont constaté qu'au début de la gestation, il existe à la surface des trophonémata, une membrane muqueuse composée de

grandes cellules à noyaux non différenciés et de glandes pleines (*solid*) non encore développées; et que, d'autre part, au terme de la gestation il existe un feuillet épithélial composé de cavités glandulaires à divers stades de dégénération; ces observations fournissent une preuve démonstrative du fait que ces glandes se développent pour les besoins spéciaux de la gestation; elles semblent être des glandes lactées dont la sécrétion est destinée à la nourriture de l'embryon. Le lait arrive au fœtus par de larges orifices. L'estomac fœtal consiste simplement en un canal que traversent les aliments aisément assimilables qui sont alors absorbés par la spirale intestinale. Il est probable que les échanges respiratoires s'effectuent à travers la peau très fine du fœtus lorsqu'elle vient en contact avec les trophoblastes vasculaires et la paroi utérine. — **MM. Lauder Brunton** et **Sheridan Delepine** présentent une note sur quelques-unes des variations observées dans le foie du lapin sous l'influence de certaines conditions physiologiques et pathologiques. Ils ont recherché quels sont les changements que l'on peut observer dans les cellules du foie sous l'influence du stimulus naturel de la digestion. Pendant la digestion, le glycogène s'accumule dans les cellules et remplit graduellement toutes les mailles du *mitoma*. Ce processus commence dans la zone hépatique presque immédiatement après le commencement d'un repas, atteint son maximum de la troisième à la huitième heure, puis décroît graduellement jusqu'à la douzième heure; quelques grains seulement restent alors dans la zone hépatique, qui est ainsi que la première et la dernière infiltrée de glycogène. Les auteurs ont aussi observé l'accumulation d'un pigment ferrugineux dans les cellules du foie. Ce pigment apparaît nettement cinq heures après un repas; son abondance augmente graduellement, et, d'après les réactions micro-chimiques, elle atteint son maximum à la douzième heure, pour diminuer ensuite rapidement. Le premier effet produit par un repas est déterminé par une diminution de ce pigment ferrugineux dans les cellules hépatiques. Les signes de l'activité des cellules du foie apparaissent dans l'ordre suivant : 1° il se produit d'abord des altérations dans la dimension des mailles du *mitoma* et dans sa distribution; elles apparaissent très vite et persistent jusqu'à la huitième heure au moins après le repas; 2° il s'accumule dans les cellules certains produits qui ont été séparés des aliments et absorbés, mais qui n'ont pas encore été assimilés (glycogène); ce phénomène apparaît très peu de temps après le repas et atteint son maximum entre la troisième et la huitième heure; 3° il s'accumule dans les cellules certains produits qu'elles ont séparés des aliments en raison de leur activité fonctionnelle spéciale et dont elles ne se sont point encore débarrassées (pigment ferrugineux). Ce phénomène atteint son maximum à la douzième heure. — **MM. W. M. Bayliss** et **E. H. Starbiling** présentent une note sur les phénomènes électromoteurs du cœur des mammifères. La méthode adoptée dans ces recherches, consistait à mettre en rapport au moyen d'électrodes non polarisables deux points de la surface du cœur avec un électromètre capillaire. Une image du ménisque était recueillie sur une plaque photographique en mouvement; on enregistrait également des contractions du ventricule, un tracé chronographique et le moment de l'excitation lorsqu'on se servait d'excitants artificiels. Les auteurs ont constaté que chez les animaux dont le cœur est dans une condition aussi normale que possible la variation électrique présente toujours deux phases : la variation négative de la base précède celle de la pointe; les plus légers changements de température des diverses parties du cœur agissent cependant profondément sur le caractère et la direction de cette variation.

Séance du 10 décembre.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. A. A. Common** : Sur la nécessité de se servir de verre bien recuit et homogène

pour les miroirs de télescope. L'auteur s'était procuré en 1880 à la manufacture de Saint-Gobain un disque en verre de cinq pieds de diamètre et de cinq pouces d'épaisseur pour faire un miroir, destiné à un télescope de cinq pieds. Ce morceau de verre fut déposé contre un mur, et il resta appuyé contre cette paroi jusqu'en 1886. Il fut alors poli à la manière habituelle; mais lorsqu'on l'essaya, on constata qu'il donnait une image elliptique d'un trou circulaire; ni polissage local, ni repassage à la meule ne purent venir à bout de faire disparaître ce défaut; aussi laissa-t-on ce disque de côté et s'en procura-t-on un autre pour le remplacer. On découvrit en polissant ce nouveau disque les causes du défaut qui existait dans le premier. Le polissage produit une certaine quantité de chaleur; on s'aperçut en essayant le second disque immédiatement après un polissage, qui avait duré trois heures, que sa distance focale s'était accrue de quatre pouces, mais trois heures après la distance focale avait repris sa valeur normale. **M. Common** croit que les défauts du premier miroir sont dus à ce qu'il n'était pas fait de verre bien recuit; après s'être échauffé par le polissage, il n'a pas pu se contracter régulièrement et a perdu ainsi sa forme géométriquement parfaite. — **M. W. Brennand** : Sur le Surya Siddhanta (astronomie indoue). Il résulte des recherches faites par l'auteur que les Indous connaissent la précession des équinoxes et ses effets, ainsi que la théorie du mouvement lunaire et planétaire. Ils avaient déterminé très exactement le diamètre de la terre et la distance de la lune, ils savaient calculer les orbites des planètes à l'aide du mouvement accompli chaque jour par la lune dans son orbite, ils savaient aussi calculer et prédire les éclipses de lune et de soleil, et avaient une sérieuse connaissance de la plupart des problèmes fondamentaux de l'astronomie.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. H. L. Callendar** : Sur un thermomètre à air compensateur. L'instrument est du type à pression constante, et est construit de telle sorte que les changements de température des tubes qui s'unissent au bulbe du thermomètre n'ont aucune action sur les lectures, ce qui permet de n'en pas tenir compte dans les calculs. Pour arriver à ce résultat, il faut employer deux jeux de tubes de connexion d'égal volume et ayant la même température, disposés de telle sorte que leurs actions soient différentielles et se compensent. La masse d'air enfermée dans le bulbe du thermomètre et dans un autre bulbe contenant du mercure, où l'air peut se dilater, est maintenue égale à la masse fluide contenue dans un bulbe rempli d'air, de densité convenable qui exerce une pression constante lorsqu'il est maintenu à une température fixe, celle, par exemple, de la glace fondante. Ce bulbe communique avec un jeu de tubes de connexion égaux en volume à ceux du bulbe thermométrique lui-même et semblablement situés. L'instrument étant ainsi compensé, on gradue en degrés un des tubes du bulbe à pression constante; on peut lire sur cette graduation la température du bulbe thermométrique, et les indications sont aussi aisées à lire que celles d'un thermomètre à mercure. — **MM. W. Ramsay** et **Sydney Young** font une communication sur quelques-unes des propriétés de l'eau et de la vapeur. Dans ce mémoire, les auteurs donnent des tables des volumes orthobariques de l'eau liquide entre 100 et 270° et de la compressibilité de l'eau à différentes températures, des pressions de vapeur d'eau jusqu'à 270° et de la densité de la vapeur d'eau sous diverses conditions de température et de pression. Regnault n'avait pas mesuré la pression de la vapeur pour les températures supérieures à 220°. Les nouvelles recherches confirment d'une remarquable façon les mesures de Regnault et donnent pour les températures plus élevées des résultats concordants. Les densités de la vapeur saturée mesurée directement sont presque identiques à celles que Regnault a calculées au moyen des chaleurs de vaporisation; mais au voisinage du point de condensation de la vapeur, spécialement aux basses températures, la pression est trop

basse à cause de l'adhérence de la vapeur d'eau au verre qui détermine la condensation à des pressions inférieures aux pressions de vapeur. Les mesures prises au voisinage du point de condensation sont donc nécessairement incertaines; mais les nombres calculés à l'aide des résultats de Regnault pour des volumes de vapeur saturée concordent avec une exactitude suffisante avec les nombres obtenus par la mensuration directe à des volumes un peu plus grands que ceux de la vapeur saturée. — M. G. J. Walker fait une communication sur la répulsion et la rotation produites par les courants électriques d'induction. Le P^r Elihu Thomson a démontré expérimentalement que deux circuits circulaires dont les plans sont perpendiculaires aux lignes qui joignent leur centre se repoussent l'un l'autre quand un courant induit traverse l'un d'eux, et que si leurs centres coïncident et que leurs plans forment un angle aigu, ils constituent alors un couple tendant à accroître la grandeur de cet angle. On s'est servi de ces résultats pour mesurer les courants d'induction, et l'auteur a calculé des formules pour déterminer les intensités respectives de la force et du couple. Une autre expérience consiste à placer une feuille de cuivre de manière à couvrir à demi le pôle d'un électro-aimant; on met alors par-dessus le tout et près du pôle une sphère creuse de cuivre; l'action électromagnétique produit un couple assez puissant pour vaincre la résistance due au frottement et faire tourner la sphère. Les recherches de M. Walker montrent que si la sphère tourne c'est que les phases des courants induits dans la plaque de cuivre ne coïncident pas avec celles des courants de l'aimant, et non parce que cette plaque de cuivre agit à la manière d'un écran et rend le champ asymétrique.

Richard A. GREGORY.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 4 décembre

M. W. Hibbert. « Un champ magnétique permanent ». L'auteur a observé la constance approximative d'un barreau aimanté depuis longtemps, et il a obtenu une constance beaucoup plus rigoureuse en adjoignant au barreau des pièces polaires, de manière à constituer un circuit magnétique à peu près fermé, de faible résistance magnétique. Le modèle qu'il décrit est formé d'un barreau d'acier de 1 pouce de diamètre et 2 pouces $\frac{1}{2}$ de long avec un disque de fonte de 4 pouces de diamètre et $\frac{3}{8}$ d'épaisseur, fixé à un bout. L'autre bout est introduit dans une calotte hémisphérique en fer qui surmonte le barreau et vient s'épanouir à l'entour de la surface supérieure du disque. Un espace annulaire, large de moins de $\frac{1}{2}$ de pouce, est laissé à l'air entre la surface cylindrique du disque et l'intérieur de la calotte hémisphérique, et quand le barreau est aimanté, il existe un champ magnétique intense dans cet espace. Pour l'utiliser à la production d'impulsions électromagnétiques, une bobine de fil est enroulée dans une étroite rainure, sur un tube de laiton qui peut glisser à travers l'espace annulaire, et couper ainsi toutes les lignes de force. Le tube est disposé de manière à tomber par son propre poids, une détente soigneusement réglée permettant de le déclencher au moment voulu. Il y a 90 tours de fil sur la bobine, et le flux magnétique total à travers l'espace d'air est d'environ 30.000 unités C. G. S. On obtient alors une impulsion électromagnétique intense, même avec des résistances de 10.000 ohms. La vérification des trois instruments a montré qu'on n'a pas eu pratiquement, de variation du champ magnétique durant sept mois. L'auteur considère ce résultat comme satisfaisant et se propose de faire de son appareil un étalon de champ magnétique. Pour faciliter les calculs, il s'arrangera de manière à faire des étalons d'un nombre plus commode, de 20.000 ou 25.000 unités, par exemple. La note mentionne les divers usages de cet instrument, et indique

un moyen simple de détermination de la perméabilité par la méthode du magnétomètre. M. Blakesley prétend que le nom d'étalon magnétique est impropre, qu'on a en réalité une force électromotrice d'impulsion constante. M. Sumpner dit que la constance de la sensibilité du galvanomètre d'Arsonval donne la mesure de la constance des aimants faisant partie de circuits magnétiques à peu près fermés. De tels instruments, en usage à l'Institution centrale, restent sans changement depuis des années. M. S.-P. Thompson trouve très intéressant l'appareil de M. Hibbert et estime qu'il pourra rendre de grands services dans les laboratoires. Des piles-étalons ne méritent pas toujours confiance, et les condensateurs sont les étalons de mesures électriques les plus défectueux. Au point de vue de la constance du magnétisme d'un barreau, M. Thompson rappelle les résultats de Strohhal et Barus, et de Hookham. M. Watson demande quelle est la perte pour 100 d'intensité de l'aimantation dans les aimants Hibbert. Les barreaux employés dans les observations magnétiques ont été fréquemment étalonnés; ils perdent environ 5 %, en 6 mois. M. Ayrton demande quel est le coefficient de température de l'appareil de M. Hibbert. Il pense que cet appareil rendra de très grands services si le magnétisme est réellement permanent. M. Hibbert répond que le coefficient de température de ses aimants est grossièrement de 0,03 %, mais il n'a pas encore fait sur ce point des mesures assez précises. — M. Ayrton, président, communie « une note sur les champs tournants (*rotatory currents*) ». On peut obtenir des courants alternatifs avec une dynamo à courants continus ordinaires, en établissant le contact avec deux points de l'armature, en joignant ces points à deux anneaux isolés sur l'axe de la machine, et recueillant le courant par deux balais. Un moteur à courant continu, ainsi traité, transforme les courants directs en courants alternatifs ou en puissance mécanique. Si l'on choisit deux couples de points sur l'armature, situés aux extrémités opposées de deux diamètres rectangulaires, on a deux courants alternatifs ayant une différence de phase de 90°, et en choisissant des points convenables sur l'armature, on a deux, trois courants ou plus, ayant une différence de phase d'un angle voulu. Dans les moteurs ordinaires, de pareilles connexions seraient compliquées, mais le système Ayrton et Perry, à armature fixe, se prête facilement à cet objet, car on en peut établir le contact avec un point quelconque de l'armature, avec la plus grande facilité. On présente un moteur de ce genre, où les contacts sont établis avec quatre points équidistants sur l'armature. En réunissant les deux points opposés par des fils de platine fins et faisant tourner lentement le moteur, on voit les fils rougir alternativement, l'un d'entre eux étant lumineux quand l'autre est obscur, et *vice versa*, ce qui prouve l'existence de deux courants dans le système. Quand les quatre points sont joints aux quatre coins d'un carré de fil de platine, les fils deviennent incandescents l'un après l'autre, la lumière parcourt le tour du carré et donne ainsi l'idée du champ tournant. Un moteur à courants alternatifs Tesla a été ainsi animé par deux courants ayant une différence de phase de 90° obtenus avec l'armature du moteur à courants continus Ayrton et Perry mentionné. L'auteur donne le calcul de la différence de phase entre les deux courants alternatifs qui proviennent de deux paires de contacts établis aux extrémités de deux diamètres qui font entre eux l'angle α . — M. Perry : Sur les états et les tirants qui supportent une charge latérale. Il remarque que, dans le cas des états, un léger défaut de rectitude peut réduire considérablement la charge qui produit la rupture. Même si un état se trouvait bien droit au début, son poids produit d'ordinaire une charge latérale qui a pour conséquence une tension. Les expériences poursuivies depuis quelques années par l'auteur sur des exemples pratiques lui ont donné des résultats qui sont renfermés dans le mémoire déposé.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 19 novembre.

MM. Ludwig Mond et R. Langer : Fer carbonyle. Les auteurs ont isolé deux composés du fer avec l'oxyde de carbone, représentés par les formules $\text{Fe}(\text{CO})^5$ et $\text{Fe}^2(\text{CO})^7$ pour lesquels ils proposent ces noms de ferropentacarbonyle et d'ferroheptacarbonyle. Le ferropentacarbonyle est obtenu en maintenant du fer finement divisé dans une atmosphère d'oxyde de carbone à la température ordinaire pendant vingt-quatre heures, et chauffant ensuite à environ 120° . On obtient ainsi une petite quantité d'un liquide ambré (environ 1 % du poids de fer employé) de densité 1,4666 qui se solidifie à -21° en cristaux jaunes, aciculaires. Le composé distille sans décomposition à $102^\circ,8$; la vapeur a une densité de 6,5, la valeur qui correspond à la formule $\text{Fe}(\text{CO})^5$ étant 6,7. Les acides étendus sont sans action sur ce corps; mais il est détruit par l'acide azotique, le chlore et le brome. Les solutions alcooliques d'alcalis le dissolvent rapidement et donnent une solution rouge, qui s'altère au contact de l'air et dont on n'a pu retirer de composés définis. — Le ferroheptacarbonyle se forme quand on expose à la lumière le ferropentacarbonyle. Il se sépare en cristaux de couleur jaune d'or, avec mise en liberté d'oxyde de carbone. Les cristaux sont presque insolubles dans tous les dissolvants connus; ils ne sont pas volatils, mais se décomposent à 80° en fer, ferropentacarbonyle — et oxyde de carbone. Les cristaux ne sont pas attaqués par les acides étendus, mais l'acide azotique, le chlore et le brome les détruisent rapidement. La potasse alcoolique les dissout, en formant une solution rouge analogue à celle que donne le ferropentacarbonyle. — Capitaine Abney : Photométrie des couleurs. L'auteur s'est proposé de chercher un moyen qui permette de représenter une couleur par un nombre. Il montre que l'on peut facilement obtenir ce résultat, qui rendrait de grands services aux chimistes, et annonce qu'il présentera prochainement un appareil basé sur les idées qu'il développe.

SOCIÉTÉ PHILOSOPHIQUE
DE MANCHESTER

Séance du 21 octobre.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. T. P. Kirkman : Sur les groupements des fonctions de six lettres.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — MM. H. B. Dixon et Harker présentent un mémoire sur la décomposition par explosion des corps gazeux endothermiques. D'après la théorie de M. Berthelot, la force initiale de l'explosion est augmentée par la chaleur dégagée dans la décomposition des gaz. L'explosion devrait donc dans une colonne du gaz se propager jusqu'au bout. Des expériences faites dans des tubes en verre sur l'acétylène ont montré cependant que ceci n'a pas lieu et que l'explosion s'éteint avant d'atteindre l'extrémité des tubes. — MM. Dixon et B. Lean lisent un second mémoire sur la propagation des explosions à travers des colonnes d'air. Cette question a été soulevée à propos des explosions dans les mines de houille. Les auteurs ont pris deux tubes de 20 millimètres de diamètre, contenant chacun un mélange explosif. Entre ces deux tubes, ils en ont interposé d'autres de longueurs et de diamètres différents, et ils ont trouvé qu'une explosion produite dans le premier tube ne se propage pas jusqu'au second lorsque la masse d'air qui est interposée atteint une certaine valeur minima. La section et la longueur du tube sont sans influence appréciable, pourvu que leur produit, c'est-à-dire le volume, atteigne la valeur nécessaire. Les expériences contredisent l'hypothèse d'après laquelle les explosions se propageraient depuis une masse isolée de grisou à une autre, à travers quelques vingtaines de mètres de galeries ne contenant ni grisou ni poussière.

Séance du 17 novembre.

SCIENCES NATURELLES. — M. J.-C. Ross lit un mémoire sur les cavernes du calcaire du New-South-Wales (Australie). Ces cavernes présentent de grandes analogies avec celles du Derby Shire. Elles contiennent des ossements de certains marsupiaux disparus, et il est probable qu'elles ont été habitées par l'homme. Dans quelques-unes d'entre elles on a trouvé une espèce d'araignée aveugle. — M. W. Brockbank a trouvé deux nouvelles couches contenant des végétaux fossiles dans le grès de Saint-Bees, à Hilton (Westmoseland). Les caractères de ces plantes démontrent que le grès est d'origine permienne.

Séance du 1^{er} décembre.

SCIENCES NATURELLES. — M. W. E. Hoyle montre un spécimen du ver géant de l'Australie, *Megascolides Australis*, envoyé par M. Baldwin Spencer, de Melbourne. La longueur maxima de ces vers est d'environ 180 centimètres, la longueur moyenne 120 centimètres. On connaît aujourd'hui trois vers de dimensions remarquables que l'on rencontre dans l'Afrique du Sud, dans les Indes et à Ceylan, et dans la partie australe de l'Australie. L'auteur pense que ce sont les survivants d'une race autrefois très répandue.

P.-J. HARTOG.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 12 novembre.

1^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. Jäger : « Sur la théorie de la dissociation des gaz. — M. Lieben : Sur la dissociation dans les solutions de tartrates étendues. — M. Dolinar, ingénieur en chef du chemin de fer du Sud à Graz, envoie une note pour établir sa priorité, au sujet d'une découverte qu'il a faite dans la métallurgie du fer.

2^o SCIENCES NATURELLES. — M. Custos Franz Heger, directeur de la section anthropologique-ethnographique au Muséum d'histoire naturelle de Vienne, communique les résultats du troisième voyage qu'il a entrepris sous le patronage de l'Académie, en vue de recherches archéologiques et ethnographiques, dans le Caucase. Ce voyage a eu pour but de poursuivre les recherches commencées l'année précédente par la Commission archéologique de Saint-Petersbourg et d'en tirer des conclusions. On aurait poursuivi l'exploration du petit village ossète de Tli-si, sur la pente sud du Caucase, sans les dangers que présente un voyage dans cette région. En chemin on a découvert néanmoins dans la vallée de la Liachwa, à Chwze, une localité aux environs de laquelle existe, à côté de vestiges d'une colonisation remontant à une époque très reculée, un tombeau de date relativement plus récente (datant du commencement de notre ère). Sur le versant nord du Caucase, on a trouvé deux lieux de fouilles intéressants; l'un, sur le bord du fleuve Uruch, s'appelle « Ai gumuk »; il s'y trouve un tombeau cinéraire, résultat important puisque jusqu'ici dans cette partie du Caucase on n'en avait pas trouvé. La seconde localité, située très haut sur le penchant de la montagne s'appelle, « Chui-masdon »; on y a découvert deux ossuaires récents. Sur le versant opposé de la vallée, deux fouilles ont fourni des trouvailles très importantes; malheureusement elles sont aujourd'hui presque entièrement détruites. L'un de ces champs funéraires, appelés « Rutcha tich », présente des vestiges de l'existence de tombeaux cinéraires tandis que le second, « Chor-gon », ne présente que des tombeaux contenant des squelettes. Ces derniers doivent remonter à la même période que ceux qui ont été trouvés dans l'ancienne fouille de Koban. On a réussi, par l'étude précise d'un tombeau découvert là, à constater qu'il y a aussi des tombeaux de date beaucoup plus récente (commencement de notre ère), ce qui n'avait encore été suffisamment tiré au clair par les fouilles précédentes. On a entrepris deux expéditions vers le célèbre champ funéraire de Koban et on y a fait des fouilles. Elles ont confirmé l'hypothèse

émise à la suite des premières fouilles qu'on y avait faites, qu'il s'y trouve des tombeaux d'époques très diverses. En même temps on a fait des études ethnographiques sur la population des Ossètes, qui habite cette région. On a en particulier recueilli des données relatives à la religion de la montagne, où se retrouvent bien des souvenirs de l'époque païenne de ce peuple. Le rapporteur compte réunir et publier les études relatives à ses cinq voyages dans un grand ouvrage intitulé : « Contribution à l'archéologie et à l'ethnographie de l'empire russe ».

EMIL WEYR,
membre de l'Académie.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE SAINT-PÉTERSBOURG

Séance du 4 novembre.

SCIENCES NATURELLES. — MM. Strauch et Schrenck présentent la note de M. Semenoff intitulée : *Revisio Hymenopterorum Musei zoologici Academiae C. scientiarum Petropolitanae*. II. Genus *Abia* (Leach). C'est une discussion de dix espèces de ce genre conservées au Musée de l'Académie, avec l'indication de leur habitat. Une de ces espèces est décrite comme nouvelle. Un appendice à l'ouvrage contient un tableau dichotomique de tous les représentants connus du genre *Abia* de la faune paléarctique.

O. BACKLUND,
membre de l'Académie.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séance du 15 novembre.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Castelnuovo : Observations sur les séries irrationnelles de groupes de points appartenant à une courbe algébrique. Dans cette Note M. Castelnuovo démontre que le théorème bien connu de Riemann-Roch dérive d'une formule donnée déjà par M. Segre ; il applique cette formule à un cas plus général, et il arrive à étendre le théorème de Riemann-Roch aux séries irrationnelles. L'auteur s'occupe en outre de la relation qui existe entre les points doubles d'une série irrationnelle.

2^{es} SCIENCES PHYSIQUES. — Les recherches de F. Weber ont montré que la chaleur spécifique du diamant présente de fortes variations avec la température, de manière qu'entre -50° et $+250^{\circ}$ elle double de valeur. M. Sella a voulu examiner si d'autres propriétés physiques présentent des variations analogues par l'effet de la température, et il a étudié entre autres les variations de l'indice de réfraction du diamant entre la température ordinaire et celle voisine de 100° . Les observations ont été exécutées sur un beau cristal octaédrique, en faisant subir au rayon lumineux avant sa sortie du cristal, plusieurs réflexions internes. M. Sella décrit la méthode qu'il a suivie, établit des formules, et arrive à cette conclusion que l'indice de réfraction du diamant, dans les limites des expériences, croît avec la température et présente une variation du même ordre que celles observées dans d'autres cristaux monométriques. M. Sella fait remarquer en outre que la méthode générale, dont il donne la description, peut servir pour la détermination de l'indice de réfraction des substances cristallines trop dures ou trop molles pour qu'il soit possible d'en tirer des prismes à faces parfaitement planes. — MM. Nasini et Villavecchia ont étudié le pouvoir rotatoire spécifique du saccharose en solution diluée, en se servant des appareils les plus perfectionnés. Le professeur Pribram avait déjà trouvé que le saccharose en solution diluée se comporte d'une manière différente qu'en solution concentrée ; et il croyait que, jusqu'à une certaine dilution, le pouvoir rotatoire spécifique du saccharose augmentait avec le degré de la dilution, et qu'ensuite il allait en diminuant. MM. Nasini et Villavecchia arrivent à des conclusions opposées ; leurs expériences tendent à prouver que le pouvoir rotatoire du saccharose augmente de plus en plus avec le degré de dilution, et qu'il croît

plus rapidement dans le cas d'une très grande dilution. L'équation suivante (où p représente le 0/0 de saccharose) correspond au phénomène des solutions diluées :

$$[\alpha]_D = +69.692 - 4.86938p + 11.86145p^2.$$

— M. Costa établit une comparaison entre les pouvoirs de réfraction et de dispersion de l'éthylcarbylamine et du cyanure d'éthyle, afin d'éclaircir la question de savoir si dans les isonitriles il existe le groupement $-N \equiv C$ ou bien $-N \equiv C$. L'auteur, s'appuyant sur les résultats de ses expériences, c'est-à-dire sur l'excès des pouvoirs de réfraction et de dispersion des carbylamines sur les correspondants des nitriles, arrive à des conclusions favorables à l'hypothèse, généralement admise, de l'azote pentavalent.

3^{es} SCIENCES NATURELLES. — M. Pirotta présente le résumé de son travail sur la découverte d'un système de réservoirs à mucilage dans la *Carculigo recurvata* (Herb.) Ces réservoirs manquent dans la racine ; on les trouve dans la gaine des feuilles vertes, dans les écailles du rhizome et dans les bractées de la région florale. Ce sont des canaux réguliers, à l'état jeune, d'origine schizogénique ; plus tard elles forment des poches de forme et dimensions différentes remplies d'une substance, qui par ses caractères, ne semble à l'auteur ni de la gomme vraie, ni du mucilage de Behrens. M. Pirotta décrit brièvement l'apparition et la distribution de ces réservoirs dans les différents organes de la plante ; il annonce qu'il a trouvé des réservoirs semblables dans le genre *Hypoxis* L., qui avec *Carculigo* doit constituer une petite famille bien caractérisée des Monocotylédones Liliiflores. — M. Penzo a étudié l'influence de la température sur la régénération cellulaire dans le cas particulier de la guérison des blessures. L'auteur s'est servi d'un appareil disposé de manière à maintenir immobile un lapin, dans d'excellentes conditions de santé, pendant plusieurs jours (20 à 30 jours). Aux oreilles et aux pattes de l'animal étaient fixés des étuis métalliques permettant, au moyen d'un bain d'eau, de porter ces régions à une température donnée. En examinant au microscope des fragments de peau qu'on enlevait aux membres soumis à des températures différentes, on reconnut que la régénération de l'épithélium se montrait plus active dans le côté froid. On rechercha alors s'il était possible de rétablir cette activité dans des tissus où elle n'existait plus ; mais des recherches exécutées sur le tissu conjonctif et cartilagineux de l'oreille de vieux lapins, donnèrent des résultats négatifs. M. Penzo étudia alors l'influence de la température sur la multiplication cellulaire et sur l'accroissement des tissus en voie de développement ; et il reconnut qu'en maintenant une oreille d'un jeune lapin à la température de $+12^{\circ}$ et l'autre à $+37^{\circ}$, après huit ou dix jours, cette dernière surpassait l'autre en longueur, de plus d'un centimètre. Si on laisse en liberté un de ces lapins à oreilles dépareillées, on voit que le développement de l'oreille plus longue s'arrête, et que l'autre arrive bientôt aux dimensions de la première. En pratiquant des blessures identiques sur les deux oreilles des lapins, on remarqua que la guérison était plus rapide dans le côté plus chaud ; on obtenait le même résultat en produisant des fractures dans les métacarpes des lapins. Ces expériences démontrent que des températures voisines de celle du corps favorisent le processus physiologique de régénération cellulaire, et celui qui se produit dans la guérison des blessures. Cette observation a une importance pratique, parce qu'elle prouve que l'application d'une chaleur supportable peut donner de bons résultats dans le traitement des blessures, ainsi que cela a été confirmé dans plusieurs cas, dont la description a été donnée par M. Intosh dans le *Medical Journal* de New-York. — M. Mingazzini donne la description de deux espèces de Grégarines, parasites des Holothuries, appartenant à un nouveau genre appelé *Cystobia*. Ce genre devrait être placé dans la famille des Grégarines dites des *Synceystidées*, créée par Aimé Schnei-

der, laquelle ne comprend qu'un seul genre avec une espèce unique, la *Syncestis mirabilis*. M. Mingazzini s'occupe des divers états évolutifs de la *Cystobia holoturia*, déjà étudiée par A. Schneider; il décrit la sporulation de cette espèce, qu'il a cultivée dans l'eau de mer, et il montre combien l'étude du développement est rendue difficile à cause de la confusion possible des divers états évolutifs de la Grégarine avec les éléments du

sang des Echinodermes. M. Mingazzini décrit une nouvelle espèce qui se trouve dans *Holoturia poli* et *H. imptiens*. Il remarque encore que l'on peut considérer les deux individus de cette espèce, et ceux de la *Syncestis*, comme produits par la division d'un seul individu: ce qui ferait considérer la famille des *Syncestidés* comme un groupe moyen entre les Grégarines *monocystidées* et les Grégarines *polycystidées*.
ERNESTO MANGINI.

NOUVELLES

LES EXPÉRIENCES DE M. A. ÉTARD SUR LA SOLUBILITÉ DES SELS

Pendant un grand nombre d'années, les phénomènes de dissolution n'étaient pas considérés comme dignes d'attention; on n'en parlait guère avec estime que dans les précis. L'opinion a évolué sur ce point. Au lieu de tenir le sujet pour trop élémentaire, on le voit lié à nombre de questions d'ordre supérieur. Les lecteurs de la *Revue* ont pu se rendre compte, par l'article de notre distingué collaborateur M. G. Charpy¹, de l'état actuel des idées en ces matières. A l'occasion de deux notes récentes de M. Etard², qui ont attiré l'attention des spécialistes, nous croyons utile d'indiquer en quelques lignes les principaux résultats obtenus par ce savant.

Lorsqu'on représente graphiquement la quantité de sel que 100 parties d'eau dissolvent, on obtient les courbes de solubilité bien connues. M. Etard, dès le début de ses recherches, a remarqué que ces courbes ne donnent pas des résultats assez simples, se prêtant à des comparaisons ou à quelque généralisation. Il a proposé de représenter graphiquement la quantité de sel contenue dans 100 parties de la dissolution saturée. Écartant la valeur arbitraire « 100 parties d'eau », il exprime directement l'équilibre qui, dans l'acte de la solution, s'établit de lui-même entre le sel et l'eau. Par ce changement de variables les faits apparaissent simplifiés d'une manière frappante: les courbes deviennent des droites de solubilité. Pour un grand nombre de sels, l'auteur a déterminé ces droites dans des intervalles de température inconnus jusqu'à ce jour. Certaines mesures sont comprises entre -20° et $+320^{\circ}$, soit 340° d'intervalle. Pour de nombreux sels stables, il établit que la limite de la solubilité est le point de fusion ignée: la droite qui se rend ainsi au point de fusion, ou droite-limite, peut être considérée comme le lieu géométrique des points de fusion des mélanges de sel et d'eau. Ces points décroissent à partir de la fusion du sel pur, pris comme origine, parce que l'eau, très fusible, devient prépondérante dans le mélange. Il paraît peu probable que dans le parcours de cette dernière droite il y ait une dissociation en ions, puisque la limite du phénomène continu est ici la molécule même: le sel pur.

M. Etard a construit, pour divers sels, ce qu'il appelle une ligne de solubilité complète, comprise entre le point de congélation de la solution et le point de fusion du sel anhydre. Cette ligne est le plus souvent brisée, composée de deux ou trois segments raccordés à angle vif. Quelquefois cependant entre deux droites se produit un raccord courbe, plus ou moins prolongé. L'auteur avait admis, dès le début de ses recherches, qu'il s'agissait là d'une perturbation secondaire, due à la formation ou à la destruction d'hydrates: il a nettement démontré dans ses deux dernières communications

que, dans les solutions aqueuses d'un sel pur, on peut voir à la fois se déposer les cristaux de deux hydrates aux températures pour lesquelles la représentation graphique indique une courbure. En dissolvant donc un hydrate, particulier, bien cristallisé et bien défini, on ne peut penser avoir une solution simple de cet hydrate dans l'eau. On ne connaît pas la dissolution élémentaire. En dehors d'une dilution en quelque sorte infinie d'où le sel lui-même semble dissocié en ses éléments électrolytiques, on n'observe que des dissolutions dans des solutions. Nous ne connaissons souvent sous le nom de ligne de solubilité d'un sel que la solubilité d'une somme d'hydrates.

Pour les solutions très étendues, M. Arrhénius a émis une hypothèse hardie, sur laquelle la discussion est ouverte. Les sels les plus stables se trouvent dans le liquide à l'état dissocié. Ce ne sont plus des sels, mais des atomes ou même des groupements sans existence connue, tirés des formules écrites, tels que SO_3 , ClO_3 , AzO_3 . Ces fragments moléculaires atomiques ou fictifs auraient un potentiel électrique élevé qui maintiendrait un équilibre que nous ne connaissons pas dans la chimie expérimentale, car, selon l'hypothèse, des atomes de Cl et de K flottant au sein de l'eau n'ont aucune action réciproque. Pour les solutions saturées M. Berthelot et M. Naumann ont depuis longtemps émis l'idée qu'il était possible de les assimiler à des mélanges dissociés. Les travaux publiés par M. Etard se trouvent d'accord avec cette hypothèse générale de dissociation. Mais, dans l'esprit de l'auteur, il s'agit d'une dissociation qui n'est pas celle des ions. Pour lui une solution saturée à t° se compose de deux éléments: un liquide contenant un ou plusieurs hydrates et un sel ne se dissolvant plus dans le milieu en question: il y a équilibre. A $t^{\circ} + 1^{\circ}$, le liquide saturé contenant une quantité d'eau finie éprouve une dissociation correspondant à l'accroissement de température: de l'eau est mise en liberté.

Si une certaine affinité subsiste encore, cette eau peut être employée de nouveau à dissoudre du sel, et la solubilité est croissante. Dans le cas contraire, l'eau ne trouve plus d'emploi, et par des accroissements successifs de température, elle s'accumule au-dessus du sel dont la solubilité est alors décroissante. Dans diverses expériences vers 150° , on a de l'eau pure en présence de sels qui à froid sont très solubles. De même que les sels s'effleurissent dans l'air, ils peuvent à une température convenable s'effleurir ou se dissocier dans l'eau. Ce mécanisme de dissociation continue est proportionnel à la température, puisqu'en dehors des perturbations accessoires on a une droite de solubilité.

L'ensemble de travaux que nous venons de résumer jette une grande clarté sur l'une des questions les plus obscures et les plus discutées de la chimie actuelle, en rapprochant d'une façon plus complète les faits de dissolution du processus de dissociation, dont ils emprunteront sans doute un jour toutes les lois.

LOUIS OLIVIER.

¹ G. CHARPY: Les théories régnantes sur la constitution des solutions salines, dans la *Revue* du 15 oct. 1891, t. II, p. 642.

² A. ÉTARD, De la coloration des solutions de cobalt et de l'état des sels dans les solutions. Comptes rendus, t. 113, p. 699 (16 nov.), et l'état des sels dans les solutions: sulfate de sodium et chlorure de trinitium. Comptes-rendus, 14 décembre 1891, t. CXIII, page 834.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME II DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

(DU 15 JANVIER AU 30 DÉCEMBRE 1891)

I. — ARTICLES ORIGINAUX

Astronomie et Météorologie

BIGOURDAN (G.). — Revue annuelle d'astronomie.....	110
SALET (G.). — L'hypothèse météoritique de M. NORRIS	
Lockyer.....	134
STROOBANT (P.). — La question des anneaux de Saturne.....	437
TRÉPIED (Ch.). — La carte photographique du ciel.....	529 et 568
WEYHER (Ch.). — Nouvelles expériences sur les tourbillons.....	10
— Sur l'origine des tourbillons naturels.....	331

Botanique

DEHÉRAIN (P. P.). — L'épuisement des terres par la culture sans engrais.....	657
— Revue annuelle d'agronomie.....	817
MANGIN (L.). — Revue annuelle de botanique.....	255
VESQUE (J.). — La sève ascendante.....	574

Chimie

BOUEVAULT (L.). — La synthèse des alcaloïdes naturels.....	787
CHARPY (G.). — Les théories régnantes sur la constitution des solutions salines.....	642
ETARD (A.). — Revue annuelle de chimie pure.....	476
GUYE (Ph. A.). — Revue annuelle de chimie appliquée. (<i>Matières colorantes et produits organiques</i>).....	47
LE BEL (J.-A.). — La cause de l'équilibre dans la molécule.....	209
LE VERRIER (U.). — Les procédés nouveaux pour le raffinage de l'acier.....	593
LINDEY (L.). — Les récents progrès de l'industrie sucrière.....	371
— Les produits formés pendant la fermentation alcoolique.....	720
LUMIÈRE (A. et L.). — Les Développateurs de la série aromatique.....	442
LUNGE (G.). — Revue annuelle de chimie appliquée. (<i>La grande industrie chimique</i>).....	40
NOELTING (E.). — Théorie générale des matières colorantes et de leur fixation sur les fibres textiles.....	245 et 299
VERNEUL (A.). — La reproduction artificielle des rubis.....	5

Chirurgie

DUBOIS (R.). — L'insensibilisation chirurgicale.....	353
HARTMANN (H.). — Revue annuelle de chirurgie.....	543

Enseignement des Sciences

BILLY (E. de). — L'Education technique des Ingénieurs aux Etats-Unis.....	638
DE COMBEROUSSE. — Lettre sur les laboratoires de mécanique.....	685
DONKIN. — Lettre sur les laboratoires de mécanique.....	685
DWELSHAUVERS-DERY. — Les laboratoires de mécanique.....	364
MÉCANICIEN (Un). — Le laboratoire de mécanique du Conservatoire des arts et métiers.....	465

THURSTON (R. H.). — Lettre sur l'organisation du Sibley-College et sur les laboratoires de mécanique.....	641
---	-----

Ethnographie

DENIKER (J.). — Les Dahoméens.....	374
------------------------------------	-----

Géologie, Paléontologie et Océanographie

BERGERON (J.). — La faune dite primordiale est-elle la plus ancienne?.....	781
CAREZ (L.). — Revue annuelle de géologie.....	608
KILIAN (W.). — La géologie des Alpes et la carte de M. Noë.....	13
LAPPARENT (A. de). — La formation de la craie phosphatée en Picardie.....	406
PRISM (F.). — Le Néo-Lamarckisme en Amérique. — Ses bases positives, zoologiques et paléontologiques, d'après M. Cope.....	445
THOULET (J.). — Le sol sous-marin et les eaux abyssales.....	326
X. (C.). — L'œuvre du nivellement général de la France.....	114

Mathématiques

OCAGNE (Maurice d'). — Le répertoire bibliographique des sciences mathématiques.....	170
— La Nomographie. — Représentation graphique des lois à un nombre quelconque de variables.....	604
POINCARÉ (H.). — Le problème des trois corps.....	1
— Les géométries non-Euclidiennes.....	769
ROUCHÉ (E.). — Les origines du trait de perspective.....	401
TANNERY (J.). — A propos des leçons de géométrie de M. Darboux.....	65

Mécanique appliquée

DRZEWIECKI (S.). — L'aviation de demain.....	805
KENIGS (G.). — Sur deux appareils nouveaux de mécanique.....	241
LE CHATELIER (A.). — Les propriétés mécaniques des métaux.....	509
LE CHATELIER (H.) et MOURET (G.). — Les équilibres chimiques : <i>Première partie.</i> — Mécanique chimique. — Principes expérimentaux.....	97
<i>Deuxième partie.</i> — Application des principes de la thermodynamique.....	138

Médecine et Hygiène

BRODIE (F. J.). — La récente épidémie d'influenza à Londres.....	661
MAGNAN et SÉRIEX (P.). — Sur les aliénés persécuteurs.....	774
OLIVIER (Louis). — Revue annuelle d'hygiène.....	472
— Le traitement des tuberculoses externes par la méthode sclérogène du professeur Lannelongue.....	433
— Le congrès d'hygiène de Londres.....	600
LAVARENNE (E. de). — Revue annuelle de médecine.....	748
WEISS (G.). — L'ombre pupillaire. — Mesure de la myopie, de l'hypermétropie et de l'astigmatisme.....	252

Microbiologie

BREDA DE HAAN (J. Van). — Les expériences de M. Beyers- rinck sur les bactéries lumineuses et leur nutrition.....	81
CHARRIN (A.). — La nature des sécrétions microbiennes.....	129
LOIR (A.). — Le surmenage et le charbon chez les moutons australiens.....	315
METCHNIKOFF (E.). — Structure, développement et repro- duction des bactéries.....	211
ROGER (G.). — Le rôle du sérum dans l'atténuation des virus.....	410
VINCENT (H.). — La pathogénie du tétanos.....	296

Physiologie.

DUBOIS (R.). — Mécanisme de l'action des anesthésiques.....	561
FRÉDÉRICQ (L.). — Revue annuelle de physiologie.....	666
GLEY (E.). — Les découvertes récentes sur la physi- ologie du Pancréas.....	469
MALARD (A.-E.). — La castration parasitaire.....	38
MASSART (J.). — La pression osmotique et la physi- ologie de la cellule. Les vacuoles des cellules végé- tales.....	69
— L'irritabilité des spermatozoaires.....	504

Physique.

BAZILE (A.). — Les systèmes de télégraphie harmo- nique.....	321
BLONDLOT (R.). — La théorie électromagnétique de la lumière. Principes de cette théorie. Propagation d'une onde plane.....	289
BRILLOUIN (M.). — La photographie des objets à très grande distance par l'intermédiaire du courant électrique.....	33
CROOKES (W.). — Les décharges électriques dans les gaz raréfiés et la constitution de la matière.....	161 et 216
— L'évaporation électrique.....	497
EWING (J.-A.). — L'induction magnétique et les phéno- mènes moléculaires.....	737

GARIEL (C.-M.). — Revue annuelle de physique.....	415
GUILLAUME (Ch.-Ed.). — Les idées modernes sur la thermométrie.....	74
HOSPITALIER (E.). — Les moteurs à courants alternatifs.....	536
— Raffinage de l'acier.....	393
MARÉY (E.-J.). — La chronophotographie. Nouvelle méthode pour analyser le mouvement dans les sciences physiques et naturelles.....	689
MINET (A.). — L'électrometallurgie de l'Aluminium.....	812
WITZ (Aimé). — Le rendement photogénique des foyers.....	663

Zoologie.

BEAUREGARD (H.). — Revue annuelle de Zoologie.....	332
BOUVIER (E. L.). — L'expédition scientifique de l' <i>Al- batros</i>	744
KÖHLER (R.). — Les idées nouvelles sur les Échino- dermes.....	102
PRENANT (A.). — Les idées nouvelles sur l'origine et la formation des spermatozoïdes.....	625

Revues annuelles.

BEAUREGARD (H.). — Zoologie.....	332
BIGOUREAN (G.). — Astronomie.....	110
CARIZ (L.). — Géologie.....	608
DEHÉRAIN (P.-F.). — Agronomie.....	817
ÉTARD (A.). — Chimie pure.....	476
FRÉDÉRICQ (L.). — Physiologie.....	666
GARIEL (C.-M.). — Physique.....	415
GUYE (Ph.-A.). — Chimie appliquée : <i>Matières colo- rantes et produits organiques</i>	47
HARTMANN (H.). — Chirurgie.....	543
LAVARENNE (E. de). — Médecine.....	718
LUNGE (G.). — Chimie appliquée : <i>La grande industrie chimique</i>	40
MANGIN (L.). — Botanique.....	255
OLIVIER (Louis). — Hygiène.....	172

II. — BIBLIOGRAPHIE**1^{re} Sciences mathématiques.****Mathématiques.**

APPELL (P.). — Sur les lois des forces centrales faisant décrire à leur point d'application une conique, quelles que soient les conditions initiales.....	190
BERTRAND (J.). — Blaise Pascal.....	267
BRISSE (Ch.). — Cours de géométrie descriptive.....	423
CAUCHY. — Œuvres complètes.....	416
DARBOUX. — Leçons sur la théorie générale des sur- faces. 3 ^e partie. 2 ^e fascicule.....	617
DAVIS (R.-F.) et Rêv. John MILNE. — Geometrical conics.....	617
ENNEPER (Alfred). — Fonctions elliptiques. Théorie et histoire.....	519
FRENET. — Recueil d'exercices sur le calcul infinité- simal.....	338
GOURSAT (E.). — Leçons sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du 1 ^{er} ordre.....	53
HERMITE. — Cours d'analyse professé à la Faculté des sciences de Paris.....	267
HUYGENS (Christiaan). — Œuvres complètes.....	53
LÉAUTÉY (Eug.) et GUILBAULT (Ad.). — Traité théorique et pratique de comptabilité.....	117
LECONTE. — Etude expérimentale sur un mouvement curieux des ovoides et des ellipsoïdes.....	83
MATTHEWS (B.-A.). — Manual of logarithms treated in correction with arithmetic, algebra, plane trigo- nometry, and mensuration, for the use of students preparing for army and other examinations.....	227
MOURET (G.). — L'égalité mathématique.....	826
NI EWENGLOWSKI. — Cours d'Algèbre.....	483

OLTRAMARE (G.). — Calcul de généralisation.....	431
PICARD (Alf.). — Rapport général sur l'Exposition uni- verselle de 1889.....	517
PICARD (E.). — Mémoire sur la théorie des équations aux dérivées partielles et la méthode des approxi- mations successives.....	308
— Sur la détermination des intégrales de certaines équations aux dérivées partielles du second ordre par leur valeur le long d'un contour fermé.....	308
POLLARD (J.) et DUDEBOUT (A.). — Théorie du navire.....	756
RESAL (J.). — Exposition de la théorie des surfaces.....	531
SERVICE GÉOGRAPHIQUE DE L'ARMÉE. — Tables des loga- rithmes à 8 décimales des nombres de 1 à 120.000 et des sinus et tangentes de 10 secondes d'arc, dans le système de la division centésimale du quadrant.....	26
STOFFAËS (Abbé). — Cours de mathématiques supé- rieures à l'usage des candidats à la licence ès sciences physiques.....	586
TEIXEIRA (Gomes). — Curso de analyse infinitesimal. Calculo diferencial.....	19
THOMAE (Johannes). — Esquisses d'une théorie des fonc- tions d'une variable complexe et des fonctions Théa.....	147
THOMSON (sir W.). — Lectures sur la navigation.....	617
ZÓRAWSKI. — Sur une déformation des surfaces.....	586

Astronomie.

CARTE DU CIEL. — Bulletin du Comité international per- manent pour l'exécution photographique de la carte du Ciel (6 ^e fascicule).....	308
CASPARI (M.-E.). — Congrès international de chronomé- trie.....	147

MARREAS FERREIRA (M.-F.-L.). — Sur la projection zénithale équivalente de Lambert.....	227
POULAN (A.). — L'unification des heures et les fuseaux horaires.....	83
SOUCNON (A.). — Traité d'astronomie théorique.....	53
TISSERAND (F.). — Traité de mécanique céleste, t. II. Théorie de la figure des corps célestes et de leur mouvement de rotation.....	379
WOLF (C.). — Astronomie et géodésie.....	517

Mécanique générale et mécanique appliquée

DZIEWIECKI (S.). — Le vol plané. Essai d'une solution mécanique du problème.....	485
LONGRIDGE. — Smokeless Powder and its influence on gun construction.....	19
— L'artillerie de l'avenir et les nouvelles poudres.....	648
MADAMET (A.). — Résistance des matériaux.....	724
MATHIEU (Emile). — Théorie de l'élasticité des corps solides.....	190
MOURET (G.). — Force et masse.....	338
PUISEUX (P.). — Leçons de cinématique. Mécanismes, hydrostatique, hydrodynamique.....	83

Thermodynamique

CLERK MAXWELL (J.). — La chaleur, leçons élémentaires sur la thermométrie, la calorimétrie, la thermodynamique et la dissipation de l'énergie.....	382
DWELSHAUVERS-DERY (V.). — Le Révéléateur Donkin et l'action des parois des cylindres à vapeur.....	19
SINGAGLIA (F.). — Influenza delle masse che si muovono di moto alternativo nelle macchine a vapore.....	227
— Diagrammi previsti delle macchine a vapore.....	267
THURSTON (R. H.). — A practical method for reducing the internal wastes of the steam-engine.....	19
— Réduction des pertes de chaleur dans la machine à vapeur.....	677
— Manuel de la machine à vapeur pour les ingénieurs et les écoles pratiques.....	792
WITZ (Aimé). — Moteur à gaz simplex.....	83
— La machine à vapeur.....	648

2^e Sciences physiques**Physique,**

ARNEY. — La mesure et le mélange des couleurs.....	757
AMAGAT (E.-H.). — Nouvelles méthodes pour l'étude de la compressibilité des liquides et des gaz.....	54
ANNEY (J.-P.). — Manuel pratique de l'installation de la lumière électrique.....	84
BARRAL (G.). — Histoire d'un inventeur (M. G. Trouvé).....	648
BAUME-PLUVINEL (de la). — La photographie au gélatino-bromure d'argent.....	649
BERGET (Alph.). — Photographie des couleurs par la méthode interférentielle de M. Lippmann.....	309
BERTILLON (A.). — La photographie judiciaire. Classification et identification anthropométriques.....	23
BJERKNES (V.). — Sur le mouvement de l'électricité dans l'excitateur de Hertz.....	676
BOLTZMANN (L.). — Sur les expériences de M. Hertz.....	117
BONEL (A.). — Guide pratique de télégraphie sous-marine.....	793
BRILLOUIN (Marcel). — Principes généraux d'une théorie élastique de la plasticité et de la fragilité des corps solides.....	20
— Recherches récentes sur diverses questions d'hydrodynamique, 1 ^{re} partie : Tourbillons.....	724
BUGUET (A.). — La photographie de l'amateur débutant.....	518
CHAPEL D'ESPINASSOUX (de). — Traité pratique de détermination du temps de pose.....	20
CHAPPUIS (J.) et BERGET (A.). — Leçons de physique générale.....	485
DUCLAUX (E.). — Cours de physique et de météorologie professé à l'Institut agronomique.....	723

DUHEM (P.). — Cours de physique mathématique et de cristallographie.....	551
DUMONT (G.). — Annales d'Electricité et de Magnétisme 1889-1890.....	617
DUMONT (G.), LEBLANC et de la BÉDOYÈRE. — Dictionnaire théorique et pratique d'Electricité et de Magnétisme.....	423
DWELSHAUVERS-DERY (V.). — Fondements d'une nouvelle méthode pour la mesure de l'intensité du son.....	725
EWERETT (J.-D.). — Unités et constantes physiques.....	649
FABRE (Ch.). — Traité encyclopédique de photographie.....	339
FAYE (H.). — Sur une révolution dans les idées météorologiques.....	648
FEUSTNER (K.). — La construction des étalons de résistance électrique.....	452
GAY (Jules). — Lectures scientifiques.....	518
GÉRARD (Eric). — Leçons sur l'électricité professées à l'Institut électrotechnique Montefiore.....	452
GOURÉ de VILLEMONTÉE. — Recherches sur la différence de potentiel au contact d'un métal ou d'un liquide.....	84
GUEBARD (D. Adrien). — L'aurore photographique.....	148
JOUBERT (J.). — Traité élémentaire d'électricité.....	452
LANGLEY (S.-P.). — Sur l'observation des phénomènes soudains.....	84
LE CHATELIER (H.). — Note sur le dosage du grisou par les limites d'inflammabilité.....	619
LEGROS (Comm.). — Éléments de photogrammétrie. Application de la photographie à l'architecture, à la topographie, aux observations scientifiques et aux opérations militaires.....	724
LEMOINE (G.). — Dissociation du bromhydrate d'ammoniaque sous de faibles pressions.....	649
LODGE (O.). — Les théories modernes de l'électricité. Essai d'une théorie nouvelle.....	309
MASCART (E.). — Traité d'optique.....	677
MONTERRAT (E.) et BRISAC (E.). — Le gaz et ses applications (éclairage, chauffage et force motrice).....	87
MUYDEN (G. Van). — Le transport électrique de la force en Allemagne et en Suisse.....	283
NILS EKOLM. — Sur la chaleur latente de vaporisation de l'eau et sur la chaleur spécifique de l'eau liquide.....	227
PECTOR (S.). — Congrès international de photographie de 1890.....	794
POCHE (G.). — Origine des forces de la nature. Nouvelle théorie remplaçant celle de l'attraction.....	648
POINCARÉ (H.). — Electricité et optique. II. Les théories de Helmholtz et les expériences de Hertz.....	268
— Sur la résonance multiple des oscillations hertziennes.....	676
— Les géométries non euclidiennes.....	770
RICHARDSON (E.). — Le poids spécifique d'un liquide considéré comme fonction de son point d'ébullition et de son poids moléculaire.....	148
RITTER (R.). — Remarques sur les expériences de M. Hertz relatives aux rayons de force électrique.....	117
RUBENS (H.) et RITTER (R.). — De l'action que les réseaux de fils conducteurs exercent sur les onduations électriques.....	117
SCHUMANN (V.). — Sur la détermination de la sensibilité des plaques photographiques au moyen du spectroscopie.....	191
SCHUSTER (A.). — La décharge de l'électricité à travers les gaz.....	586
SPARRE (comte de). — Sur le pendule de Foucault.....	677
THIESEN (Max.). — Contribution à la dioptrique.....	191
VASCY. — Traité d'électricité et de magnétisme.....	54
VOYER (J.). — Des ascensions aéronautiques libres en pays de montagnes et particulièrement à Grenoble.....	190
WALLON (E.). — Traité élémentaire de l'objectif photographique.....	382
WATERHOUSE (colonel). — Sur le renversement de l'image photographique par les sulfo-carbamides.....	

Chimie,

ALEXEYEFF (P.). — Méthodes de transformation des combinaisons organiques.....	309
---	-----

ARMSTRONG (H.) et ROSSITER (E.). — Action de l'acide nitrique sur les dérivés du naphthal.....	587	lie à l'échelle de $\frac{4}{1000000}$	229
AUGER. — Conférences faites au laboratoire de M. Friedel (2 ^e fascicule). Sur les migrations moléculaires.....	119	FISHER. — Physique de l'écorce terrestre.....	192
BARBER (Ph.) et ROUX (L.). — Recherches sur la dispersion dans les composés organiques.....	296	FOUQUÉ. — Le plateau central de la France.....	118
BÉRAL. — Conférences faites au laboratoire de M. Friedel (2 ^e fascicule). Sur les dérivées azoïques et les oxydes.....	149	LAFAYETTE (A. de). — Abrégé de géologie.....	486
BERTHER (A.). — L'Iconogène.....	149	— Sur la craie phosphatée.....	527
BOURGEOIS (Léon). — Analyse microchimique.....	228	LORIOI P. de. — Description de la Faune jurassique du Portugal, Embranchement des Echinodermes.....	533
BRUHL. — Sur les relations entre la dispersion et la constitution chimique des corps. Nouvelle détermination des réfractations atomiques.....	269	STEFANI (Ch. de). — Le Pieghe delle Alpi Apuane. Contribuzione alli studi dell'origine delle montagne.....	285
CHABRIÉ. — Conférences faites au laboratoire de M. Friedel (2 ^e fascicule). Sur les relations entre la composition chimique et la tension superficielle des corps.....	149	THOLET (J.). — Oceanographie.....	149
CLARKE (F.-W.). — Sur le calcul des poids atomiques.....	339	TIETZE (Dr Emil). — La géologie des environs de Cracovie.....	270
COMBES (A.). — Conférences faites au laboratoire de M. Friedel (2 ^e fascicule). Sur les dictonnes.....	149		
COOKE (J.-P.). — Sur le poids atomique de l'oxygène.....	191	Botanique	
CRAFTS (J.). — Sur le poids atomique de l'oxygène.....	191	ASKENASY (E.). — Quelques relations entre l'accroissement et la température.....	229
DITTMAR (W.). — Chemical arithmetic.....	228	BILLET (A.). — Contribution à l'étude de la morphologie et du développement des bactériacées.....	21
DOELTER. — Minéralogie chimique générale.....	192	CERTES (A.). — Sur un Spirille géant développé dans les cultures de sédiments d'eau douce d'Aden.....	21
DUPARC (L.) et LE ROYER (A.). — Recherches sur les formes cristallines de quelques substances organiques.....	552	CHODAT (R.). — Contribution à l'étude des plastides.....	158
FRÉMY (E.). — Synthèse du Rubis.....	452	COSTANTIN (J.) et DUFOUR (L.). — Nouvelle Flore des champignons.....	650
GAUDIN (G.). — Notions de chimie générale.....	518	DETNER (W.). — Manuel technique de physiologie végétale.....	310
GAUTIER (Armand). — Les perfectionnements de la vinification dans le midi de la France.....	119	GAUTIER (Émile). — Une révolution agricole, Georges Ville et les engrais chimiques.....	759
— Sophistication et analyse des vins.....	656	GENAY (P.). — De l'influence des engrais sur les récoltes.....	310
GLADSTONE (Dr J.-H.). — Réfraction et dispersion moléculaires de diverses substances.....	269	GIRARD (Aimé). — Recherches sur la culture de la pomme de terre fourragère et industrielle.....	453
GUYE (Ph.-A.). — Étude sur la dissymétrie moléculaire.....	618	GOODALE (G.-L.). — Traité de physiologie végétale.....	486
HEUMANN (Karl). — Nouvelle synthèse de l'indigotine.....	148	HEGLER (Robert). — Recherches histo-chimiques sur les membranes lignifiées.....	726
HUNTINGTON WILLIAMS (G.). — Éléments de cristallographie.....	678	HÉRAL (F.) et BONNET (Valère). — Manipulations de botanique médicale et pharmaceutique. — Iconographie histologique des plantes médicinales.....	759
ISTRATI (G.-L.). — Cours élémentaire de chimie.....	827	HOUEAU (A.). — Rapport sur les champs de démonstration (agronomie).....	588
JAGNAUX (R.). — Histoire de la chimie.....	309	KLEBS. — Expériences sur la reproduction des Hydrodictyes.....	86
JÜPTNER DE JONSTORFF (H.). — Traité pratique de chimie métallurgique.....	486	KRAMER (E.). — La maladie visqueuse du vin.....	271
KEISER (H.-E.). — Sur le poids atomique de l'oxygène.....	191	MICHOITE (F.). — Traité scientifique et industriel de la Ramie.....	229
— Sur le poids atomique du palladium.....	269	PANGOLU. — Travaux de la station agronomique du Pas-de-Calais.....	271
MALLET (J.-W.). — Sur le poids atomique de l'or.....	269	SCHIMPER (A.-F.-W.). — Sur l'assimilation des sels minéraux par la plante verte.....	421
MEINECKE (C.). — Sur le poids atomique du chrome.....	339	SCHULZE (E.). — Sur les principes ternaires de réserve de quelques graines des Légumineuses.....	193
MÉRIAU (Carlos). — Histoire de l'industrie sucrière dans la région du Nord.....	552	SCHULZE (E.) et KISSER (E.). — Sur la décomposition des matières protéiques dans les plantes vertes cultivées à l'obscurité.....	55
MOND (Ludwig). — Sur le nickel-tetra-carbonyle et ses applications dans les arts et manufactures.....	678	VRIES (Hugo de). — Les plantes et les animaux dans les espaces obscurs des conduites d'eau de Rotterdam.....	193
NOYES (W.-A.). — Sur le poids atomique de l'oxygène.....	191	VUILLEMIN (Dr F.). — Le type floral des Graminées.....	149
OSTWALD (W.). — Essai de chimie générale.....	117	WARD (H.). — Plant Organisation.....	272
PATEIN (G.). — Conférences faites au laboratoire de M. Friedel (2 ^e fascicule). Sur les sulfines.....	149	WOECHTING. — De la transplantation sur le corps de la plante.....	119
PATRIDGE (E.-A.). — Sur le poids atomique du cadmium.....	339		
PICKERING (J.-V.). — Étude sur la nature de la dissolution.....	20	Zoologie, Anatomie et Physiologie de l'homme et des animaux	
POISSON (Alb.). — Cinq traités d'alchimie des plus grands philosophes.....	85	ALBERT Ier. — Zur Erforschung der Meere und ihrer Bewohner.....	195
— Théorie et symboles des alchimistes.....	618	ARLENGO S.). — Contribution à l'étude de la partie cervicale du grand sympathique envisagé comme nerf sécrétoire.....	55
RICHARDS (Th.-W.). — Sur le poids atomique de l'oxygène.....	191	BALL (W. P.). — Héritéité et exercice.....	795
SEUBERT (K.). — Sur le poids atomique de l'osmium.....	339	BEAUREGARD (H.). — Revue annuelle de Zoologie.....	332
— Sur les poids atomiques des métaux du groupe du platine.....	339	BEAUREGARD (H.) et GALIPE. — Guide pratique pour les travaux de micrographie.....	149
SEUBERT (K.) et KOBBE (K.). — Sur le poids atomique du rhodium.....	339	BEZUCO (Er.). — Anatomie et physiologie animales. Classification.....	488
THOMSON (sir William). — Constitution de la matière.....	827	BERNARD (Félix). — Recherches sur les organes paléaux des Gastéropodes prosobranches.....	87
WINCKLER. — Réduction des combinaisons oxygénées par le magnésium.....	85		
WOODWARD (C.). — Arithmetical chemistry.....	228		

3^e Sciences naturelles

Géologie

BRUECKNER. — Sur le climat de l'époque glaciaire.....	55
COMITÉ GÉOLOGIQUE D'ITALIE. — Carte géologique d'Ita-	

BLANCHARD (Dr R.). — Compte rendu des séances du Congrès international de Zoologie.....	229	BABES (V.). — Annales de l'Institut de pathologie et de bactériologie de Bucharest.....	454
CHAUVEAU (de l'Institut). — Le travail musculaire et l'énergie qu'il représente.....	123	BABES et OPRSCU. — Sur un bacille trouvé dans un cas de septicémie hémorragique présentant certains caractères du typhus exanthématique.....	539
CICCOLINI (S.-A.). — L'inspiration profonde active.....	230	BABINSKI (J.). — Paraplégie flasque par la compression de la moelle.....	454
COUES (Elliot). — Manuel d'Ornithologie générale.....	272	BAUDOUIN (Marcel). — L'asepsie et l'antisepsie à l'hôpital Bichat. Service de chirurgie de M. Terrier.....	150
DUVAL (Mathias). — Le placenta des rongeurs.....	87	BEAUREGARD (H.) et GALIPPE. — Guide pratique pour les travaux de micrographie.....	149
LANG (A.). — Traité d'Anatomie comparée et de Zoologie.....	680	BOULLOCHE (P.). — Sur la polyarthrite suppurée et les myosites déterminées par le pneumocoque.....	426
LURBCK (sir John). — Sens et instinct chez les animaux et principalement chez les insectes.....	759	BRITVIS (L.). — Manuel d'électrothérapie gynécologique.....	150
MILNE-EDWARDS (A.). — La ménagerie.....	488	CARRIÈRE (Ch.). — Etude sur la purification des eaux courantes.....	652
MONTILLOT (L.). — L'amateur d'insectes.....	87	CHOR (Dr S.). — Traitement du charbon par le bicarbonate de soude, d'après la méthode de M. Fodor.....	488
PARKER (T. Jeffery). — Lessons in elementary biology.....	388	CORNEVIN (Ch.). — Des plantes vénéneuses et des empoisonnements qu'elles déterminent.....	120
PLATT-BALL. — Y a-t-il héritage des effets de l'usage et du non-usage des organes?.....	55	CYGNES. — Etude sur le bacille typhique.....	56
PRENANT (Dr A.). — Eléments d'Embryologie de l'homme et des vertébrés.....	453	DANILEWSKI (de Karkof). — Sur les microbes de l'infection malarique aiguë et chronique chez les oiseaux et chez l'homme.....	274
PRIEM (F.). — L'évolution des formes animales avant l'apparition de l'homme.....	519	DEBIÈRE (Ch.). — Traité élémentaire d'Anatomie de l'homme.....	196
PROTOPOFF (Dr). — Sur la question de la structure des bactéries.....	519	DELTHIL (Dr). — Traité de la diphtérie.....	454
RAY LANKESTER (E.). — The advancement of Science, occasional Essays and addresses.....	194	DURAND-FARDEL (RAYM.). — Technique élémentaire de bactériologie de Salomonsen.....	230
ROULE (L.). — Remarques sur l'origine des centres nerveux chez les Colomates.....	383	DUROZIER (Dr P.). — Traité clinique des maladies du cœur.....	651
SERGEYEFF (S.). — Le sommeil et le système nerveux. Physiologie de la veille et du sommeil.....	195	ÉTERNOD (A.) et HACCUS. — Recherches concernant la variolo-vaccine.....	56
SIMON (Eug.). — Observations biologiques sur les Arachnides.....	726	FABRE-DOMERGUE (P.). — Manuel pratique de l'analyse micrographique des eaux.....	120
STEFANOWSKA (Micheline). — La disposition histologique du pigment dans les yeux des arthropodes sous l'influence de la lumière directe et de l'obscurité complète.....	310	FÉRÉ (Ch.). — Les épilepsies et les épileptiques.....	727
VERHOOGEN et DE BÖCK. — Contribution à l'étude de la circulation cérébrale.....	273	FONSSAT et EHSMANN. — Recherches nouvelles sur la fièvre scarlatine.....	488
VERNEAU (R.). — Les Races humaines.....	651	FORSTER (J.). — Infectiosité des viandes fumées d'animaux tuberculeux.....	56
VRIES (Hugo de). — Les plantes et les animaux dans espaces obscurs des conduites d'eau de Rotterdam.....	193	FOURNIER (Prof. A.). — L'hérédité syphilitique.....	681
WALLACE (A. Russel). — Le Darwinisme.....	487	FREYCIET (de). — La lutte contre la fièvre typhoïde dans l'armée. (Rapport à M. le Président de la République.).....	286

4^e Sciences médicales

Chirurgie, Gynécologie, Ophtalmologie

BUREAU. — Guide pratique d'accouchements.....	829	GILIS (Dr P.). — Précis d'embryologie adapté aux sciences médicales.....	273
CRISTIANI (H.). — Gastrostomie pour cancer de l'œsophage.....	89	GRANCHER (J.) et LEDOUX-LEBARD. — Etude sur la tuberculose expérimentale du lapin.....	384
DUPLAY (S.) et CAZIN (M.). — Recherches expérimentales sur la nature et la pathogénie des atrophies musculaires consécutives aux lésions des articulations.....	230	HUGOUNENQ (L.). — Traité des poisons. Hygiène industrielle. Chimie légale.....	620
DUVAL. — Traité pratique du pied bot.....	554	JULIEN (A.). — Aide-mémoire d'Anatomie à l'usage des étudiants en médecine.....	34
FARABEUF L.-H.) et VARNIER. — Introduction à l'étude clinique et à la pratique des accouchements.....	196	LANNELONGUE et ACHARD. — Etude microbiologique de dix kystes congénitaux.....	89
JAVAL (E.). — Mémoires d'Ophtalmométrie annotés et précédés d'une introduction.....	520	LEED et DAVIS. — La composition chimique et la valeur clinique du lait stérilisé.....	620
LABUSQUIÈRE (R.). — De la grossesse après l'hystéropexie.....	796	LEVILLAIN (F.). — Hygiène des sens nerveux précédée de notions générales et observations sur la structure, les fonctions et les maladies du système nerveux.....	681
MASSELOIN (J.). — Examen fonctionnel de l'œil.....	196	LÉPINE (R.). — Pathogénie du diabète consécutif à l'extirpation du pancréas.....	341
NICAISE. — La grande chirurgie de Guy de Chauliac.....	341	LUCAS-CHAMPIONIÈRE (J.). — Sur la pratique antiseptique des accouchements. Le nettoyage des mains.....	274
OTT (Dmitri de). — Sur quelques modifications du procédé opératoire de l'hystéro-myomectomie.....	728	LUCET (A.). — De la congestion des mamelles et des mammites aiguës chez la vache.....	420
RICHELOT (L.-G.). — Sur le traitement du pédicule dans l'hystérectomie abdominale par la ligature élastique perdue.....	56	MANACÉNE (Marie). — Le surmenage mental et la civilisation moderne. Effets, causes, remèdes.....	150
SEGOND (P.). — De l'hystérectomie vaginale dans le traitement des suppurations péritonéales.....	274	MIQUEL. — Manuel pratique d'analyse bactériologique des eaux.....	760
TROUSSEAU (A.). — Guide pratique pour le choix des lunettes.....	652	MONIN (E.). — Formulaire de médecine pratique.....	426

Médecine, Hygiène et Microbiologie médicale

ARLOING (S.). — Les virus.....	341	PICHON (G.). — Folies passionnelles, études philosophiques et sociales.....	759
AUDRY (Ch.). — Etude sur les tubercules du pied. Anatomie pathologique.....	23	POGOR (A.). — L'unité des maladies et l'unité des remèdes.....	56

ROUVIER (J.). — Revue internationale de bibliographie médicale, pharmacologique et vétérinaire.....	230
SALAZAR (A.-E.) NEWMANN (C.) et BLANCHARD (R.). — Examen chimique et bactériologique des eaux potables.....	589
SALOMONSEN (Dr C.-J.). — Technique élémentaire de Bactériologie.....	230
SOLLIER (P.). — Psychologie de l'Idiot et de l'Imbécile.....	830
SPILLMANN (P.). — Manuel de diagnostic médical et d'exploration clinique.....	23
SPRINGER (M.). — Etude sur la croissance et son rôle en pathologie. Essai de pathologie générale.....	120
STRAUS et GAMALEIA. — Recherches expérimentales sur la tuberculose. La tuberculose humaine. Sa distinction de la tuberculose des oiseaux.....	632
TECHISTOWITCH. — Etude sur la pneumonie fibrineuse.....	89
TESTUT (Léon). — Traité d'anatomie humaine à l'usage des médecins et étudiants en médecine. Ostéologie, Arthrologie, Myologie.....	311
VERNEUIL (Prof.). — Etudes expérimentales et cliniques sur la tuberculose. Tome III, 1 ^{er} fascicule.....	796
VINCENT (H.). — Présence du bacille typhique dans l'eau de Seine pendant le mois de juillet 1890.....	274
WÜRTZ (R.) et LEUDET (R.). — Recherches sur l'action pathogène du bacille lactique.....	728
WYNTER BLYTH (A.). — Manuel d'hygiène.....	384

THÈSES POUR LE DOCTORAT ÈS SCIENCES PRÉSENTÉES
A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS (1890-1891),
ET ANALYSÉES DANS LA REVUE EN 1891

1^{re} Sciences mathématiques.

BOURLET (C.). — Sur les équations, aux dérivées partielles simultanées qui contiennent plusieurs fonctions inconnues.....	338
CELS (J.). — Sur les équations différentielles linéaires ordinaires.....	826
MANGEOT (M.-S.). — De la symétrie courbe.....	147
TANNENBERG (Wladimir de). — Sur les équations aux dérivées partielles du premier ordre à deux variables indépendantes, qui admettent un groupe continu de transformations.....	647

2^{es} Sciences physiques (Physique et chimie.)

BERTHELOT (Daniel). — Recherches sur les conductibilités électriques des acides organiques et de leurs sels.....	392
FERNBACH (A.). — Recherches sur la sucrase, diastase inverse du sucre de canne.....	424
GEISENHEIMER (G.). — Sur les chlorures et bromures doubles d'iridium et de phosphore.....	794

GENVRESSE (P.). — Contribution à l'étude de l'éther acétylacétique.....	679
GRINER (G.). Sur quelques cas d'isomérisie dans la série en C ⁶	757
GUYE (Ph.-A.). — Sur la dissymétrie moléculaire.....	618
LÉVY - Lucien. — Contribution à l'étude du titane.....	726
OFFRET (Albert). — De la variation sous l'influence de la chaleur des indices de réfraction de quelques espèces minérales dans l'étendue du spectre visible.....	552

3^e Sciences naturelles

ARTHUR (M.). — Recherches sur la coagulation du sang.....	619
BATAILLON (E.). Recherches anatomiques et expérimentales sur la métamorphose des amphibiens anoures.....	523
BASTIT (E.). — Recherches anatomiques et physiologiques sur la tige et la feuille des mousses.....	679
BERNARD (F.). — Recherches sur les organes palléaux des Gastéropodes prosobranches.....	87
BRANDZA (M.). — Développement des téguments de la graine.....	553
CHAUVEAUD (G.). — Recherches embryogéniques sur l'appareil lactifère des Euphorbiacées, Urticacées, Apocynées et Asclépiadiées.....	650
FICHIEUR (E.). — Description géologique de la Kabylie du Djurdjura.....	118
GAY (Fr.). — Recherches sur le développement et la classification de quelques algues vertes.....	383
HÉROUARD (Ed.). — Recherches sur les Holothuries des côtes de France.....	22
LAHILLE (F.). — Recherches sur les Tuniciers.....	794
LAMOUNETTE. — Recherches sur l'origine morphologique du liber interne.....	519
LE DANTEC. — Recherches sur la digestion interne chez les Protozoaires.....	310
Addendum.....	340
MÉNÉGAUX (A.). — Recherches sur la circulation des lamellibranches marins.....	272
PERDRIX (L.). — Sur les fermentations produites par un microbe anaérobie de l'eau.....	618
PRUNET (A.). — Recherches anatomiques et physiologiques sur les nœuds et les entre-nœuds de la tige des Dicotylédones.....	794
ROCHÉ (G.). — Contribution à l'étude de l'anatomie comparée des réservoirs aériens d'origine pulmonaire chez les oiseaux.....	829
SAUVAGEAU (C.). — Sur les feuilles de quelques monocotylédones aquatiques.....	828
SOULIER (A.). — Etude sur quelques points de l'anatomie des Annélides tubicoles de la région de Cette (secrétion du tube et appareil digestif).....	454
THOUVENIN (M.). — Recherches sur la structure des Saxifragacées.....	193

III. — ACADEMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

Académie des Sciences de Paris.				Séances des	20	avril	1891.....	310
Séances des	29	décembre	1890.....	—	27	—	—	313
—	5	janvier	1891.....	—	4-11	mai	—	312
—	12	—	—	—	19	—	—	385
—	19	—	—	—	25	—	—	386
—	26	—	—	—	1 ^{er}	juin	—	427
—	2	février	—	—	8	—	—	428
—	9-16	—	—	—	15	—	—	455
—	23	—	—	—	22	—	—	456
—	2	mars	—	—	29	—	—	486
—	9-16	—	—	—	6	juillet	—	480
—	23	—	—	—	13	—	—	521
—	31	—	—	—	20	—	—	522
—	6	avril	—	—	27	—	—	555
—	13	—	—	—	3	août	—	556
—	20	—	—	—	10-17	—	—	590

Séances des	24	août	1891.....	591
—	31	—	—.....	621
—	7	septembre	—.....	621
—	14-21	—	—.....	653
—	28	—	—.....	682
—	5	octobre	—.....	682
—	12	—	—.....	683
—	19-26	—	—.....	729
—	2-9	novembre	—.....	761
—	16	—	—.....	797
—	23-30	—	—.....	798
—	7-14	décembre	—.....	831

Académie de Médecine.

Séances des	16-23-30	décembre	1890.....	25
—	6	janvier	1891.....	25
—	13-20	—	—.....	58
—	27	—	—.....	92
—	3	février	—.....	92
—	10-17	—	—.....	122
—	24	—	—.....	198
—	3-10	mars	—.....	198
—	17	—	—.....	199
—	7-14	avril	—.....	276
—	21-28	—	—.....	314
—	6	mai	—.....	314
—	12	—	—.....	313
—	19	—	—.....	344
—	26	—	—.....	387
—	2	juin	—.....	387
—	9-16	—	—.....	437
—	23-30	—	—.....	490
—	7	juillet	—.....	491
—	21	—	—.....	522
—	28	—	—.....	556
—	4	août	—.....	557
—	11-18	—	—.....	591
—	25	—	—.....	622
—	1 ^{er}	septembre	—.....	622
—	8-15-22	—	—.....	634
—	29	—	—.....	683
—	6	octobre	—.....	684
—	13-20-27	—	—.....	730
—	3	novembre	—.....	762
—	10	—	—.....	763
—	24	—	—.....	832
—	1 ^{er}	décembre	—.....	832
—	8-15	—	—.....	833

Société de Biologie.

Séances des	27	décembre	1890.....	25
—	10	janvier	1891.....	25
—	17	—	—.....	58
—	24	—	—.....	59
—	31	—	—.....	92
—	7	février	—.....	92
—	14	—	—.....	122
—	21	—	—.....	123
—	28	—	—.....	152
—	7	mars	—.....	152
—	14-21	—	—.....	199
—	11-18	avril	—.....	277
—	27	—	—.....	314
—	2	mai	—.....	314
—	9-16	—	—.....	344
—	23	—	—.....	345
—	30	—	—.....	387
—	6	juin	—.....	388
—	13	—	—.....	429
—	20	—	—.....	458
—	27	—	—.....	491
—	4	juillet	—.....	491
—	11-18	—	—.....	523
—	25	—	—.....	591
—	17	octobre	—.....	684
—	24-31	—	—.....	731

Séances des	7-14-21	novembre	1891.....	763
—	28	—	—.....	833
—	5	décembre	—.....	833

Société française de Physique.

Séances des	16	janvier	1891.....	59
—	6	février	—.....	92
—	20	—	—.....	123
—	6	mars	—.....	153
—	20	—	—.....	199
—	3	avril	—.....	277
—	17	—	—.....	278
—	1 ^{er}	mai	—.....	314
—	15	—	—.....	345
—	5	juin	—.....	388
—	19	—	—.....	429
—	3	juillet	—.....	458
—	17	—	—.....	492
—	6	novembre	—.....	731
—	20	—	—.....	763
—	4	décembre	—.....	799
—	18	—	—.....	833

Société chimique de Paris.

Séances des	26	décembre	1890.....	26
—	23	janvier	1891.....	93
—	4	février	—.....	93
—	13	—	—.....	153
—	27	—	—.....	154
—	4-13	mars	—.....	200
—	10	avril	—.....	233
—	24	—	—.....	278
—	6-8	mai	—.....	315
—	22	—	—.....	346
—	3	juin	—.....	389
—	12	—	—.....	459
—	26	—	—.....	460
—	1 ^{er}	juillet	—.....	492
—	10	—	—.....	492
—	24	—	—.....	492
—	24	—	—.....	523
—	13-27	novembre	—.....	800
—	2-11	décembre	—.....	834

Société française de Minéralogie

Séances des	12	février	1891.....	423
—	12	mars	—.....	201
—	9	avril	—.....	279
—	11	juin	—.....	430
—	17	—	—.....	460
—	1 ^{er}	juillet	—.....	460
—	12	octobre	—.....	764

Société mathématique de France

Séances des	7-21	janvier	1891.....	93
—	4	février	—.....	93
—	18	—	—.....	124
—	4	mars	—.....	154
—	18	—	—.....	201
—	1 ^{er}	avril	—.....	233
—	15	—	—.....	279
—	6	mai	—.....	315
—	20	—	—.....	346
—	3	juin	—.....	389
—	17	—	—.....	460
—	1 ^{er}	juillet	—.....	460
—	15	—	—.....	493
—	4	novembre	—.....	732
—	18	—	—.....	764
—	2-16	décembre	—.....	835

Société des Ingénieurs civils

Séances du	1 ^{er} janvier au	1 ^{er} juin	1891.....	394
— des	5-19	juin	—.....	521

Séances des	26	juin	1891.....	558
— —	3	juillet	—	558
— —	17-24	—	—	622
Communications faites pendant les vacances				732
Séance du	2	octobre	1891.....	733

Sociétés maritimes scientifiques

Nord East Coast Institution of Engineers and.....				
Shipbuilders.....	121, 201, 233, 623, 733			
Institute of marine Engineers.....	201, 623			
Institution of naval Architects.....	346, 389, 493, 557, 733			

Société royale de Londres

Séances des	18	décembre	1890.....	26
— —	8	janvier	1891.....	59
— —	15	—	—	60
— —	22-29	—	—	93
— —	5	février	—	124
— —	12	—	—	125
— —	19	—	—	154
— —	5-12	mars	—	202
— —	19	—	—	234
— —	9	avril	—	279
— —	16	—	—	280
— —	27-30	—	—	316
— —	14	mai	—	347
— —	28	—	—	391
— —	4	juin	—	392
— —	11	—	—	430
— —	18	—	—	462
— —	19	novembre	—	800
— —	25	—	—	835
— —	10	décembre	—	836

Société de Physique de Londres

Séances des	16	janvier	1891.....	61
— —	13	février	—	155
— —	27	—	—	203
— —	6	mars	—	203
— —	20	—	—	235
— —	3	avril	—	317
— —	17	—	—	348
— —	22	mai	—	393
— —	12	juin	—	461
— —	26	—	—	494
— —	6	novembre	—	764
— —	20	—	—	801
— —	4	décembre	—	837

Société de Chimie de Londres

Séances des	15	janvier	—	155
— —	5	février	—	156
— —	19	—	—	204
— —	5	mars	—	204
— —	19	—	—	235
— —	2-16	avril	—	317
— —	7	mai	—	394
— —	21	—	—	463
— —	4	juin	—	463
— —	18	—	—	524
— —	5	novembre	—	801
— —	19	—	—	838

Société royale d'Edimbourg.

Séances des	5	janvier	1891.....	27
— —	9	—	—	61
— —	16-26	février	—	126
— —	16	mars	—	204
— —	6	avril	—	236
— —	4	mai	—	349
— —	18	—	—	394
— —	1 ^{er}	juin	—	394
— —	15	—	—	431
— —	6	juillet	—	495
— —	20	—	—	524

Société philosophique de Manchester

Séances des	13	janvier	1891.....	62
— —	10	février	—	126
— —	24	—	—	236
— —	10	mars	—	236
— —	7-21	avril	—	281
— —	21	octobre	—	838
— —	17	novembre	—	838
— —	1 ^{er}	décembre	—	838

Société anglaise des Industries chimiques

Séances des	9	janvier	1891.....	62
— —	6	février	—	126
— —	6	mars	—	204
— —	3	avril	—	281
— —	1 ^{er}	mai	—	431
— —	18	juin	—	495
— —	6	novembre	—	765

Académie royale de Belgique

Séances des	6-15-16	décembre	1890.....	27
— —	7	février	1891.....	204
— —	7	mars	—	204
— —	4	avril	—	281
— —	5	mai	—	349
— —	6	juin	—	559
— —	4	juillet	—	559
— —	1 ^{er}	août	—	624

Académie des Sciences d'Amsterdam

Séances des	31	janvier	1891.....	94
— —	28	février	—	205
— —	28	mars	—	281
— —	24	avril	—	318
— —	30	mai	—	395
— —	27	juin	—	463
— —	26	septembre	—	654
— —	31	octobre	—	734

Académie des Sciences de Berlin

Séances des	12	mars	1891.....	318
— —	2-9	avril	—	319
— —	8-14	mai	—	431
— —	4-11	juin	—	496
— —	25	—	—	525
— —	26	juillet	—	525

Société de Physique de Berlin

Séances des	19	décembre	1891.....	28
— —	9	janvier	1891.....	28
— —	23	—	—	94
— —	6	février	—	94
— —	20	—	—	126
— —	6	mars	—	156
— —	10-24	avril	—	319
— —	8	mai	—	319
— —	29	—	—	431
— —	12	juin	—	432
— —	26	—	—	496
— —	23	octobre	—	761
— —	6	novembre	—	766

Société de Physiologie de Berlin

Séances des	18	octobre	1891.....	684
— —	30	—	—	735
— —	13	novembre	—	766

Académie des Sciences de Vienne

Séances des	18	décembre	1890.....	28
— —	9	janvier	1881.....	62
— —	15	—	—	63
— —	22	—	—	95

Séances des	5	février	1891.....	127
—	19	—	—.....	156
—	5	mars	—.....	283
—	12	—	—.....	206
—	9-16	avril	—.....	283
—	23	—	—.....	319
—	8	mai	—.....	349
—	14	—	—.....	395
—	4	juin	—.....	432
—	11	—	—.....	496
—	18	—	—.....	464
—	2	juillet	—.....	496
—	9	—	—.....	525
—	16	—	—.....	592
—	8	octobre	—.....	735
—	15	—	—.....	736
—	22	—	—.....	766
—	5	novembre	—.....	767
—	12	—	—.....	838

Académie des Sciences de Saint-Petersbourg

Séances des	16-30	décembre	1890.....	127
—	28	janvier	1891.....	157
—	23	février	—.....	206
—	9	mars	—.....	206
—	11	—	—.....	236
—	25	—	—.....	284
—	8	avril	—.....	284

Séances des	22	avril	1891.....	350
—	20	mai	—.....	432
Communications faites pendant les vacances.....				654
Séances des	10	septembre	1891.....	635
—	23	—	—.....	685
—	21	octobre	—.....	767
—	4	novembre	—.....	839

Sociétés diverses de Saint-Petersbourg

Société des naturalistes de Saint-Petersbourg

Séances de mars et d'avril	1891.....	396
----------------------------	-----------	-----

Société impériale minéralogique de Saint-Petersbourg

Séances d'avril	1891.....	396
-----------------	-----------	-----

Académie royale des Lincei

Séances des	21	décembre	1890.....	29
—	4	janvier	1891.....	29
—	18	—	—.....	63
—	1 ^{er}	février	—.....	95
—	1 ^{er}	mars	—.....	206
—	5	avril	—.....	284
—	—	mai	—.....	526
Comptes rendus de juillet à octobre.....				802
Séance du	15	novembre	1891.....	802
—	15	—	—.....	839

IV. — COURRIERS

Courriers de Genève.....	30	Courriers de Sydney.....	559
— Berlin.....	285		

V. — CHRONIQUES

BELLET (D.). — Les récentes expériences sur les plaques de blindage.....	95	OLIVIER (L.). — Les recherches de MM. Lœwy et Pui-seux pour déterminer la constante de l'aberration..	237
BELZUNG (Ed.). — Une excursion zoologique au labora-toire Arago et à Rosas.....	287	RAMOND (G.). — Les escallations de Pantellaria.....	736
HAUDIÉ (E.). — Le générateur tubulaire à Ozone de M. Gaston Séguv.....	208	RENEL (G. A.). — Les récents perfectionnements de la filtration pastorienne de l'eau.....	397

VI. — CONGRÈS

Association française pour l'avancement des Sciences. Congrès de Marseille.....	592	BRUNNES (Bernard). — La Physique au récent congrès de l'Association britannique à Cardiff.....	687
BELLET (D.). — Les fêtes du cinquantenaire de la fon-dation de la Société chimique de Londres.....	157	NAUD (C.). — La chimie à l'Association britannique pour l'avancement des sciences.....	31
BIGOURDAN (G.). — Le congrès astronomique de Munich.	656		

VII. — CORRESPONDANCE

Sur la craie phosphatée (Lettre de M. A. de Lapparent).	527	et de Comberousse).....	685
Sur les laboratoires mécaniques (lettres de MM. Donkin		Sur le Muséum d'histoire naturelle (lettre de M. Arnaud).	768

VIII. — NOTICES NÉCROLOGIQUES

ARCHENHOLD (F. S.). — Wilhelm Weber.....	528	DEMARÇAY (Eug.). — Auguste Cahours.....	238
BRILLOUIN (Marcel). — Edmond Becquerel.....	351	« <i>Nature</i> ». — Sophie Kowalewski.....	128

— NOUVELLES

BERGET (Alph.). — La photographie des couleurs.....	96	— La guérison de la tuberculose chirurgicale par le Pr Lannelongue.....	320
LAPICQUE (L.). — Les expériences de M. Chauveau sur le circuit nerveux sensitivo-moteur des muscles...	804	— Les expériences de M. A. Etard sur la solubilité des sels.....	840
OLIVIER (Louis). — La confirmation expérimentale de la théorie de Fresnel.....	64		

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS

A

Abelous, 199, 314, 833.
 Abney (Cap.), 155, 757, 838.
 Abraham, 386.
 Achalme, 592.
 Achard, 89.
 Adamkiewicz, 157, 206, 396, 496, 736.
 Addenbroke, 393.
 Adenot, 763.
 Adie, 155, 204.
 Adler (de Vienne), 525.
 Adler (Dr G.), 28, 283.
 Adrian, 834.
 Agamemnone, 29.
 Agassiz (A.), 344.
 Aignan, 57, 313, 342.
 Aitchison Robertson (W.-G.), 204.
 Aitken (John), 349, 495.
 Albarran, 345, 491.
 Albert 1^{er}, prince de Monaco, 195, 313.
 Albert (A.-M.), 197.
 Alcock (A.), 835.
 Alder Wright, 123.
 Alexeyeff, 309.
 Alezais, 380.
 Allard, 762.
 Altaras, 387.
 Amagat (E.-H.), 54, 277, 683.
 Amalitzky, 396.
 Amat (L.), 197, 231.
 Amigues (E.), 90.
 Amoretti, 29.
 Anderson (W.-S.), 61.
 Anderson Stuart (J.-P.), 125.
 Andoyer, 197.
 Andrade (J.), 117, 151.
 André (Ch.), 91, 489.
 André (D.), 460, 835.
 André (G.), 58, 90, 231, 312, 313, 342, 427, 832.
 Andrews (J.), 317.
 Andrews (Th.), 93.
 Angeli, 63.
 Anney (J.-P.), 84.
 Antoine (M.), 91, 591.
 Antomari, 201.
 Appell (P.), 24, 147, 190, 270, 316, 338, 366.
 Appiani, 29.
 Aran, 763.
 Arcangeli, 207.
 Archenhold, 528.
 Arloing (S.), 35, 341, 621.
 Armstrong, 204, 317, 431, 463, 524, 587.
 Arnaldi, 276.
 Arnaud (A.), 25, 275, 276, 277, 278, 279, 385, 455, 460, 763.
 Arnaud (H.), 58, 90, 343, 590.
 Arnoux, 524.
 Arons, 94, 432, 496.
 Arsnaval (d'), 26, 59, 92, 123, 152, 153, 232, 277, 314, 344, 345, 429, 491, 731.

Arthaud, 491.
 Arthus (M.), 90, 277, 619.
 Ascoli, 526.
 Askenasy (E.), 229.
 Aston (Emily), 802.
 Aubert (E.), 232, 276, 277.
 Audry (Ch.), 23.
 Auger, 149, 492, 523, 834.
 Autonne (Léon), 197, 647, 761, 826.
 Aymonnet, 682.
 Ayrton, 203, 280, 392, 393, 461, 462, 463, 494, 800, 801, 837.

B

Babes (V.), 454, 589.
 Babinisky (D'), 345, 451.
 Bachelard, 456.
 Backer (de), 276, 832.
 Backlund (O.), 128, 157, 206, 236, 237, 284, 350, 432, 634, 656, 685, 767, 768, 839.
 Badin, 275.
 Badois, 558, 732.
 Baef, 556.
 Bagard, 831.
 Bailey, 281, 431, 496.
 Baillaud, 151, 197.
 Bakhuis-Roozeboom, 395, 464, 731.
 Balbiano, 803.
 Balestre, 198.
 Ball, 795.
 Ballaud, 313.
 Balmy, 490.
 Bamberger, 592.
 Bamberger (Marc), 63.
 Banti, 207.
 Baraduc, 590.
 Barbey (G.), 121, 197.
 Barbier (G.), 198.
 Barbier (Ph.), 198, 269.
 Baret, 430.
 Barral, 58, 151, 386, 457, 522, 648, 798.
 Barraud, 761.
 Barrell, 61.
 Barthe (L.), 342.
 Barthez, 833.
 Basc, 59.
 Basin, 490, 683.
 Basset (A.-B.), 59.
 Basso, 64.
 Bastit (E.), 91, 679.
 Bataillon (E.), 455, 553.
 Battelli, 526.
 Baubigny, 730.
 Baudin, 499.
 Baudouin (Marcel), 450.
 Baudran, 428.
 Baume-Pluvinel (de la), 649, 794.
 Bay, 590.
 Bayliss, 836.
 Bazille (A.), 321 à 326.
 Bazin, 522.
 Beaulard, 489.
 Beauregard (H.), 55, 58, 89, 149, 152, 153, 195, 230, 272, 310, 332 à 337, 453, 759, 796, 831.

Béchamp, 153, 154, 278, 389, 459, 46, 523, 622, 684, 800.
 Becquerel (E.), 91, 121, 350, 834.
 Becquerel (H.), 198, 729, 762, 834.
 Beddard, 802.
 Bedoyère (de la), 423.
 Beghin, 93, 160.
 Béchal, 26, 93, 149, 154, 233, 492, 523.
 Behrens, 282, 654.
 Beilstein, 127.
 Bektetoff (N.), 127, 206, 350.
 Bellet (D.), 95.
 Belloc, 386.
 Belzung (Ed.), 288.
 Belzung (Er.), 425, 488, 726.
 Bemmelen (Van), 395, 654.
 Beneden (Van), 559.
 Benedikt (R.), 63.
 Beraneck, 30.
 Berenger-Féraud, 762.
 Berg (A.), 151.
 Berg (E.), 654.
 Berg (Van den), 731.
 Bergenstamm (von), 283.
 Berger (P.), 198.
 Bergeron, 25.
Bergeron (J.), 781 à 787.
 Berget (Alph.), 20, 96, 153, 197, 309, 315, 339, 382, 452, 485, 649, 678, 724, 828, 833.
 Bergstresser, 127.
 Bernard (Félix), 86, 519.
 Berry Haycraft (voir Haycraft).
 Bertelé, 682.
 Berthelot (D.), 24, 90, 121, 122, 382, 556, 762, 832.
 Berthelot (M.), 21, 58, 90, 121, 231, 312, 313, 343, 385, 386, 427, 455, 489, 556, 729, 797, 798, 799.
 Berther, 149.
 Bertillon (Alph.), 23, 392.
 Bertin-Sans, 555.
 Bertram-Prentice, 236.
 Bertrand, 200, 233, 346, 523.
 Bertrand (Joseph), 91, 267.
 Bertrand (M.), 343.
 Bertrand de Fontviolant, 524.
 Besson, 197, 231, 276, 342, 428, 456, 521, 798.
 Bettli, 206.
 Bevan, 317.
 Beyerinck, 81, 282.
 Bianchi, 209, 802.
 Bichner, 655.
 Bidschof, 736.
 Bierens de Haan, 91, 318.
 Biginelli, 803.
Bigourdan (G.), 440 à 445, 451, 232, 275, 312, 455, 517, 653, 656, 683.
 Billet (A.), 21.
 Billy (D.), 490, 591.
Billy (E. de), 638 à 641.
 Binder, 432.
 Binet, 458, 491.
 Binet (A.), 763.
 Binet (P.), 555.
 Bioche, 279, 346, 493, 764.

1. Les noms imprimés en caractères gras sont ceux des auteurs des articles originaux.
 Les chiffres gras reportent à ces articles.

Bishop, 236.
 Bjerknes, 456.
 Blache (René), 591.
 Blakesley, 203, 204, 235, 317, 462, 463, 765, 836.
 Blanchard, 684.
 Blanchard (C.), 556.
 Blanchard (E.), 522.
 Blanchard (R.), 21, 26, 59, 229, 314, 344, 523, 589, 730, 833.
 Blarez, 151, 198, 276, 315, 386.
 Blaserna, 207.
 Blechynden, 551.
 Bleicher, 342, 832.
 Bloch (A. M.), 25, 429.
 Blondel, 799.
Blondlot, 278, **289 à 295**, 343, 762, 764.
 Boeck (de), 273.
 Bois, (H. E.-J.-G. du), 432.
 Bois-Reymond (du), 685.
 Bolla, 803.
 Boltzmann, 417.
 Bonel, 793.
 Bonnet (Valère), 759.
 Bonnier (G), 277.
 Bonnier (J.), 831.
 Bonnier (P.), 730.
 Bordet, 684.
 Bordet (Ch.), 87.
 Bordonì Uffreduzzi, 803.
 Borel (A.), 388.
 Borelly, 275, 343, 798.
 Börnstein, 94.
 Borzilevsky, 206.
 Bosc, 92, 684, 731.
 Bosscha, 621.
 Botella (F. de), 313.
 Bouchard (Ch.), 25, 275, 276, 730.
 Bouchardat, 199.
 Bouchardot (G.), 730.
 Boucheron (H.), 277.
 Boudaille, 400.
 Bougaieff, 685.
 Boulloche, 426.
 Bouquet de la Grye, 151, 558, 732.
 Bourlet (C.), 338.
 Bourgeois (L.), 192, 228, 459, 835.
 Bourgeois (de Tourcoing), 25.
 Bourquelot (Em.), 798, 833.
 Boussinesq (J.), 385, 455, 490, 521.
 Boutan (L.), 521.
 Boutroux (L.), 555.
 Bouty, 428, 763.
Bouveault (L.), 200, **787 à 791**.
Bouvier (E.-L.), 730, **741 à 748**.
 Bovet (de), 391.
 Boyer, 385.
 Boyer (E.), 729.
 Boys (C. V.), 393, 494, 495.
 Boys (P. du), 386.
 Brandza (M.), 553.
 Braner, 283.
 Branly, 51, 278, 459.
 Brants (V.), 592.
 Brauer, 204.
Breda de Haan (J. Van), **81 et 82**, 395.
 Bredikhin, 350, 654.
 Brennard (W.), 836.
 Bretet, 193.
 Bretin, 590.
Brillouin (Marcel), 20, **33 à 38**, 197, 268, 309, 343, **552**, 382, 489, 724.
 Brioschi, 24.
 Brisac (E.), 827.
 Brisse (Ch.), 423.

Brivois, 150.
 Brockbank, 62, 236, 281, 838.
Brodie (Dr F. J.), **664 à 663**.
 Brodie (Rob.), 426.
 Brongniart (Ch.), 428, 457, 489, 490, 653.
 Brooks (W. R.), 319.
 Brouardel, 92, 198, 277.
 Brousset, 730.
 Brown-Sequard, 345, 388, 681, 731.
 Brueckner, 55.
 Brühl, 123, 269.
 Brullé (R.), 57.
 Brun (de), 498.
 Brunelle, 199.
 Brunhes (B.), 20, 84, 518, 687, 831.
 Bruyne (de), 832.
 Bucca, 803.
 Buchanan, 61.
 Bucher, 394.
 Budin, 277.
 Buguet (A.), 518.
 Buisine (A.), 275, 312.
 Buisine (P.), 275, 312.
 Bukowski (Von), 496.
 Burbury (S. H.), 800.
 Burch, 801.
 Bureau, 829.
 Bural, 843.
 Buron, 391.
 Burton, 455, 765, 801.
 Butte (L.), 121.

C

C. (A.), 268.
 C. (E.), 84, 227.
 Cacheux, 391.
 Cadéac, 499, 277, 314, 588, 458.
 Cadet de Gassicourt, 654, 833.
 Caliot, 58, 92, 591.
 Cahours, 208, 238, 314.
 Cailler, 452, 592.
 Cailliet, 123, 198, 276, 314, 386, 388.
 Cain, 317.
 Cain (J. C.), 281.
 Callandrea, 54, 151, 382, 428.
 Callendar, 26, 836.
 Comara Pestana, 491.
 Cameron, 281.
 Camescasse, 831.
 Campbell Swinton, 236.
 Cancani, 29.
 Candlot, 391.
 Canevazzi, 592.
 Cannieu, 313.
 Canu (C.), 592.
 Canu (E.), 682.
 Capelle (van), 395, 651.
 Capelli, 207.
 Capitán, 123.
 Capus, 342.
 Cardani, 803.
 Carey Forster, 801.
 Carey Lea, 729.
Carez, **608 à 616**.
 Carles, 276.
 Carnot (Ad.), 26.
 Caron, 7.
 Carré (Georges), 151.
 Carré (L.), 522.
 Carrière (Ch.), 652.
 Carte du ciel, 308.
 Carus Wilson, 494.
 Carvallo (E.), 151, 197, 831, 835.
 Carvallo (J.), 421, 151, 201, 279.
 Casalunga, 151, 391, 523, 622.
 Cash, 202.
 Caspari (E.), 447, 618.
 Caspary (F.), 385, 428, 455.
 Cassie (W.), 203.
 Castelnuovo, 839.
 Cathelineau, 123.
 Catrin, 197.
 Cattaneo, 63, 803.
 Cattani, 284, 527.
 Cauchy, 416.
 Causse, 454.
 Causse (H.), 386, 730, 800.
 Cavalli, 802.
 Cayeux, 313, 428.
 Cazeneuve, 275, 276, 313, 798.
 Cazin (M.), 230, 232.
 Cels, 342, 826.
 Cerruti, 29.
 Certes, 21.
 Chabré (C.), 449, 730, 761.
 Chabry (L.), 59, 491, 554.
 Chabrcient, 58, 799, 833.
 Chantemesse, 763.
 Chapel d'Espinassoux (de), 20.
 Chapman, 317.
 Chappuis (J.), 485.
 Chaput, 591.
 Charlois, 151, 497, 428, 456, 682, 761.
 Charpentier, 634.
 Charpentier (A.), 344, 388, 457, 491, 522, 555, 556.
Charpy (G.), 55, 118, 148, 191, 228, 269, 309, 339, 456, 486, 588, 618, **642 à 646**, 649, 679, 724, 726, 761, 826, 831.
Charrin (Dr), 23, 123, **429 à 434**, 275, 385, 591, 684, 730, 833.
 Chassagny, 386.
 Chassevant (A.), 762.
 Chassevent, 459.
 Chatin (Ad.), 58, 621, 652, 730, 761.
 Chatin (J.), 151, 489.
 Chaudy, 622.
 Chaumier (de Tours), 832.
 Chaussegros, 391.
 Chauveau (de l'Institut), 151, 425, 621, 653.
 Chauveau (de l'Ac. de méd.), 457, 490, 683, 730, 804, 831.
 Chauveau (G.), 650.
 Chauvin, 797.
 Chenrok, 427.
 Chervin, 25.
 Chevallier (H.), 524.
 Chibret, 489.
 Chicandard, 761.
 Chierchia, 527.
 Choay, 26, 93, 154, 234.
 Chodab, 121.
 Chodet, 758.
 Chofat, 553.
 Chor (Dr), 488.
 Choupe, 763.
 Chrystal, 495.
 Chuard, 555.
 Chuolson, 284.
 Ciamician, 63, 207.
 Ciani, 207.
 Ciccolini, 230.
 Clarke, 339.
 Claus, 592, 736.
 Claus (C.), 396, 464.
 Clerk Maxwell, 382.
 Clermont (de), 200.
 Clève, 456.
 Cloves, 461.
 Coëne (de), 391, 558.
 Coggi, 803.
 Cohen, 317.

Coignet, 623.
Colençon, 387.
Coligny (A. de), 197, 205, 349.
Colin (G.), 122, 555, 556.
Colin (L.), 92.
Colladon, 30.
Collardeau, 198, 386, 388.
Collet (J.), 386.
Colley (R.), 231.
Collignon, 154, 201.
Collot, 57, 93, 389.
Colson (A.), 232, 798.
Combemale, 199, 377, 314, 453.
Comberousse (Ch. de), 686.
Combes (A.), 149, 154, 200, 201, 233, 279, 315, 346, 389, 460, 492, 524, 758, 800, 835.
Comité géologique d'Italie, 229.
Common, 836.
Coninck (Echsner de), 25, 198, 277, 314, 833.
Contamin, 558.
Contejean (Ch.), 199, 313, 522.
Cooke (J. P.), 191.
Copeland, 524.
Cormerois, 91.
Cornet, 203.
Cornvin (Ch.), 120, 314, 556, 591.
Curnil, 277, 490, 832.
Cornu (A.), 90, 91, 132, 185.
Cossa, 29.
Cosserrat, 197, 621, 682, 683, 729.
Costa, 839.
Constantin (J.), 630.
Coste, 732.
Costomiris, 523.
Coues (Elliott), 272.
Courmont, 123, 199, 682.
Courtade, 833.
Courtade (A.), 400.
Coutolenc, 430.
Couturier, 345.
Couvreur, 199.
Crafts, 191.
Crampel, 22.
Crépieux, 492.
Créquy, 122.
Crié, 387.
Crié (L.), 198.
Crimail, 314.
Crismer, 800.
Cristiani (H.), 30, 56, 89.
Crookes (William), 161 à 170, 216 à 226, 430, 497 à 504.
Cros (A.), 490.
Crosa, 64.
Cross, 317.
Cruva (A.), 152, 231, 386, 427.
Cruls, 275.
Crum Brown, 236.
Cuénot, 22, 87, 488.
Cumenge, 730, 764.
Cummins (W.-R.), 124.
Cundall (Tudor), 802.
Curie, 678.
Custoz Franz Heger, 839.
Cygneus, 56.

D

Dabancourt, 91.
Daligault, 590.
Damien, 276.
Dangeard, 91.
Dangeard (P.-A.), 387.
Daniel, 633.

Danilewsky (de Karkof), 274.
Darboux, 65, 617.
Darembert, 729, 731.
Daresté, 489.
Darwin, 93.
Dastre, 684.
Daubrée, 58, 275, 313, 489, 556.
Davis, 620.
Davis (G.-E.), 204, 281, 496.
Davis (R.-F.), 617.
Debierre, 196.
Debray, 7.
Decaux, 730.
Decharme (C.), 197.
Déclat, 232.
Defforges (G.), 90, 121, 278.
Decohorne, 683.
Deherain (P.-P.), 152, 453, 657 à 664, 817 à 825.
Deiss, 276.
Déjérine (J.), 92, 452, 199, 343, 491, 591.
Delacroix, 313, 522.
Delage (Y.), 556.
Delaurier, 23, 57, 92, 313, 387, 456, 729, 761.
Delebecque, 25, 312.
Delestre (P.), 762.
Delianoff, 768.
Del Ro, 802.
Delthil, 454.
Demontké, 345.
Demarçay (E.), 240, 518.
Demeny, 555, 762.
Demont, 459.
Denigès (G.), 276, 312, 313, 315.
Deniker (J.), 374 à 378.
Denza, 592.
Déperret, 455.
Depoux, 315.
Deprez (Marcel), 456.
Derrécaigaix (G^{at}), 91, 276.
Des Cloizeaux, 279.
Descoudre, 319.
Deslandres (H.), 151, 232, 590, 798.
Desnos, 198.
Detmer, 310.
Dettweiler (J.), 121, 232.
Devauux (H.), 59, 91, 343, 428.
Dewar, 154.
Dignat, 92.
Dines, 392.
Dittmar, 228.
Dixon (Augustus), 394.
Dixon (H.-B.), 838.
Doelter, 192.
Dolinar, 838.
Donkin, 686.
Dopof, 763.
Dor, 123.
Dorp (Van), 94, 734.
Doumer (E.), 592.
Douvillé, 152.
Doyon, 428.
Drewry, 201.
Dreyfus, 496.
Drouin, 832.
Drzewiecki (S.), 485, 553, 805 à 812.
Dubief (Dr), 56, 89, 120, 122, 123, 274, 311, 488, 520, 589, 619, 684.
Dubois, 489.
Dubois (A.), 427.
Dubois (R.), 353 à 363, 561 à 567, 619.
Ducamp, 591.
Duché, 344.
Duclaux, 725.

Ducos du Hauron, 428.
Dudebout, 756.
Dufet, 279, 430, 731, 764.
Dufour (L.), 650.
Duham (P.), 232, 551, 729.
Dujardin-Beaumetz, 58, 122, 199, 276, 314, 387.
Dumont (G.), 423, 617.
Dunstan, 202, 235, 391.
Duparc, 123, 552, 556.
Duplay, 58, 232.
Dupont (E.), 559.
Duponchel, 832.
Dupuy, 152, 388, 833.
Durand-Fardel (Dr Ray), 230, 652, 681.
Durant, 391, 524.
Duret, 654.
Duroy (J.-L.-P.), 490.
Duroy de Brignac, 524.
Duroziez (Dr), 651.
Dury, 491.
Dussaud (F.), 590.
Duval (E.), 198, 554.
Duval (Mathias), 87, 198.
Duvillier (E.), 312.
Dwelschauvers-Dery, 19, 364 à 369, 725, 793.
Dymond, 394.
Dziobek, 319.

E

Easterfield, 236.
Ebelmen, 6.
Eder (J.), 283.
Egger, 157.
Eginitis, 386.
Ehrmann, 488.
Eliacheff (M^{me}), 344.
Ellinger, 276.
Elliot, 729.
Elster, 319.
Emerson Reynolds, 394.
Emich, 95.
Engel, 233, 312, 385, 459, 460, 523.
Engler, 496.
Enneper, 517.
Enright, 495.
Errera, 29, 64, 491, 624.
Eraud, 522.
Escoffier, 275.
Esmiol, 343.
Essner, 389.
Etard (A.), 313, 476 à 484, 797, 832, 840.
Eternod, 56.
Ettinghausen (Von), 206, 283, 432.
Evans (Frenton), 126, 291.
Everett, 619.
Ewart, 495.
Ewing (J.-A.), 737 à 744.
Exner (G.), 395.

F

Fabre (Ch.), 339, 797.
Fabre-Domergue, 120, 277.
Fabry, 343.
Famintzin, 157, 206, 655, 685.
Farabeuf, 196.
Faraday, 236, 281.
Farge, 344.
Fasching (Moriz), 464.
Faurie, 623.
Faurot, 151.
Favaro, 802.
Favé (L.), 199.

- Favero, 526.
 Faye (H.), 10, 30, 57, 91, 151, 385, 428.
 618, 653, 761, 798.
 Fédoroff, 396.
 Feil, 7.
 Fengi, 590, 683.
 Féraud, 521.
 Ferdinand Jean, 492.
 Féré (Ch.), 23, 92, 344, 345, 458, 591.
 684, 727, 763, 833.
 Féréol, 23, 833.
 Fernandus, 832.
 Fernbach (A.), 121.
 Féron, 92.
 Ferratini, 527, 803.
 Ferreira da Silva, 427.
 Ferron, 387, 522.
 Feussner, 426, 432, 452.
 F. F. (Voir Folie).
 Pfaudler, 283.
 Ficheur, 118, 386, 490.
 Fidor, 233.
 Fileti, 29, 61, 803.
 Finzi, 802.
 Fiquet, 800.
 Fischer (H.), 91, 427, 592.
 Fischer (P.), 58.
 Fisher (Rév. Osmond), 192.
 Fizeau, 621.
 Fitzgerald, 801.
 Flammarion, 90, 522.
 Fleury (J.), 558, 623.
 Fock, 283.
 Foerster, 682.
 Fol (H.), 312, 527.
 Folie (F.) ou F. F., 27, 205, 281, 313,
 349, 539, 624.
 Fonsart (Dr), 488.
 Forcand (de), 152, 197, 312, 383.
 Forel, 91.
 Forster (J.), 56.
 Forsyth Major, 761, 797.
 Fortin (A.), 24.
 Foster (R. le Neve), 495.
 Fouillon, 206.
 Fouqué, 118, 590.
 Fourret, 154, 201, 233, 279, 346, 732,
 764, 835.
 Fournier (A.), 681.
 Foveau de Courmelles, 58.
 Franck-Pullinger, 155.
 François, 313, 343, 831.
 Frankland, 204.
 Fray Stogermayr, 63.
Frédéric (L.), 666 à 675.
 Freiro (D.), 523, 590.
 Frémont (de Vichy), 277.
 Frémy, 5, 7, 151, 452.
 Frenet, 338.
 Frew (W.), 204.
 Freycinet (de), 286.
 Friedel, 149, 154, 200, 312, 315, 316.
 Friedel (Ch.), 764, 832.
 Friedel (G.), 6, 123, 124, 201, 279.
 Friedlander frères, 156.
 Fritsch (Anton), 283.
 Fritsche, 325.
 Frolow (G^{al}), 592.
 Fronde, 27.
 Frossard, 201.
- Gad, 735, 766.
 Gaiñe, 314.
 Gaillot, 232.
 Galezowski, 25, 92, 193.
- Galippe, 149, 153, 428, 833.
 Galton, 392.
 Gamaleia, 534, 652.
 Gardner, 155.
Gariel (C.M.), 314, 415 à 422, 490,
520.
 Garnier, 291.
 Garnier (J.), 535.
 Garras, 832.
 Garrigou, 315.
 Gartini, 95.
 Garzarolli, 736.
 Garzino, 803.
 Gasparini, 409.
 Gasselini, 834.
 Gastine, 385.
 Gaube, 388, 731.
 Gaudin, 6.
 Gaudin (G.), 518.
 Gaudry (A.), 198, 428, 556, 761.
 Gautier (Armand), 119, 157, 389, 650,
 761, 798, 832, 834.
 Gautier (Emile), 759.
 Gautier (H.), 83, 149, 310, 456, 679, 761,
 794.
 Gautier (P.), 342, 386.
 Gavoy, 198.
 Gay (Fr.), 383.
 Gay (J.), 518.
 Gée, 62.
 Gegenbauer, 28, 283, 432, 525.
 Geikie, 152.
 Geisenheimer (G.), 794.
 Geitel, 319.
 Genay, 310.
 Gêneau de La Marlière, 342, 556.
 Genvesse, 679.
 Georgevics (von), 432, 766.
 Gérard (Eric), 452.
 Gérard-Marchant, 591.
 Géraud (J.), 428.
 Gerland, 62.
 Gerloff (Oswald), 766.
 Germain (P.), 428.
 Gernacrt, 276.
 Gernez, 59, 90, 455.
 Gerosa, 802.
 Giacomelli, 29.
 Giard (A.), 91, 277, 427, 458, 488, 491,
 556, 831.
 Gibon, 558.
 Gibsson, 61.
 Giesbrecht, 527.
 Gilbault, 683.
 Gilbert (Dr A.), 25, 58, 92, 199, 314,
 344, 591.
 Gilis (Dr P.), 273.
 Gilles de la Tourette, 123.
 Gillis, 763.
 Giorgis, 527.
 Girard (Dr), 591.
 Girard (Aimé), 453, 459.
 Girard (A. Ch.), 456.
 Giraud (P.), 386.
 Girode, 23, 199, 314, 344.
 Gladstone (Dr), 155, 233, 269, 463.
 Glan, 28.
 Glascock, 767.
 Glazebrook, 318.
Gley (E.), 122, 199, 275, 276, 314, 344,
469 à 476, 491, 591, 684, 833.
 Glücksmann, 525.
 Godefroy, 346.
 Godmann, 127.
 Goldschmidt, 157.
 Goldschmidt, 592.
 Gonnard, 430.
- Gonnessiat, 90, 455.
 Goodale, 486.
 Gordon (H.), 317.
 Gorges, 556.
 Gossart (E.), 729.
 Gosslet, 121.
 Gotch, 155.
 Gouilly (A.), 19, 83.
 Gouré de Villemontée, 84.
 Goursat (E.), 53, 273, 385.
 Gouttes, 556.
 Graber, 350.
 Grabowitz, 29, 285, 526, 803.
 Gramont (de), 492.
 Gramont (A. de), 521.
 Grancher (J.), 123, 384.
 Granger, 428.
 Grassi-Cristaldi, 803.
 Grawitz, 798, 831.
 Greffier, 491.
 Gregory, 495.
 Gregory (R. A.), 26, 61, 94, 126, 155,
 203, 233, 281, 317, 318, 393, 431, 461,
 801, 837.
 Gréchant, 26, 152, 277, 387, 684.
 Gréchant (N.), 590.
 Gréchant (O.), 555.
 Greil, 24.
 Greuell, 198.
 Grien (A.), 802.
 Griffiths, 26, 395.
 Griffiths (A. B.), 762.
 Grigorescu, 314, 344, 429, 491.
 Grille, 732.
 Grimaldi, 802.
 Grimaux (E.), 91, 233, 275, 276, 277,
 278, 279, 455, 460.
 Grimshaw, 495.
 Griner, 460, 757.
 Grinwis, 731.
 Griston, 797.
 Gross (Ch.), 29.
 Gross (Th.), 496.
 Grossouvre (A. de), 25, 197.
 Grün (Goldfried), 525.
 Gruner, 391.
 Gruvel, 797.
 Grylls Adams, 461.
 Gryn (G.), 651.
 Gucci, 803.
 Guehard (Dr), 148.
 Guéniot, 92, 276, 314, 522, 557.
 Guérbet, 492.
 Guérin (A.), 199, 457, 522.
 Guernonprez, 622, 654.
 Guerne (J. de), 193, 727.
 Guerre, 489.
 Guichard (C.), 456.
 Guignard (L.), 197, 199, 313, 344, 428,
 429.
 Guignet, 553.
 Guilbault (A.), 117.
 Guilbert (G.), 386.
Guillaume (Ch. Ed.), 57, 59, 74 à
80, 90, 93, 148, 153, 191, 423, 452,
617, 619, 676, 725, 757, 827, 831.
 Guimaraes, 316.
 Guitel (F.), 121, 312, 590.
 Guntz, 312, 386, 492, 521.
Guyé (Ph. A.), 47 à 52, 149, 154, 192,
270, 340, 427, 552, 618, 801.
 Guyon, 391.

Hache, 587.
 Hadamard, 53, 190, 551, 617.
 Haitinger, 592.
 Hallauer, 427.
 Haller (A.), 57, 346, 489, 490, 521.
 Hamburger, 654, 734.
 Hammond, 592.
 Hamy (E. T.), 275.
 Hann (Dr), 283.
 Hanriot (M.), 26, 93, 154, 199, 200, 276, 315, 523.
 Harden, 62.
 Hardy, 654.
 Harker, 838.
 Harrow, 317.
 Hartl (Hans), 283.
 Hartley (W. N.), 287.
Hartmann (Dr), 23, 56, 89, 150, 496, 230, 274, 311, 384, 426, 434, 520, **543** à **550**, 554, 652, 728, 796, 830.
 Hartog (P. J.), 62, 126, 204, 236, 281, 431, 496, 766, 838.
 Haton de la Goupillière, 312, 762.
 Haubner, 736.
 Haubtmann, 391, 524.
 Haudic (Edgard), 191, 208, 228, 278, 315, 345, 388, 430, 449, 492, 733, 764, 800.
 Hautefeuille, 8.
 Haycraft (J. B.), 60, 126, 294, 331.
 Heaviside (O.), 460.
 Hébert (A.), 55, 119, 229, 271, 272, 310, 588, 630.
 Heckel, 831.
 Hédon, 275, 277, 314, 342.
 Heen (de), 204, 559.
 Heger, 838.
 Hegler (Rob.), 726.
 Heilmann, 391.
 Heissner, 496.
 Hemmelmayr (F. von), 283, 320, 592.
 Henneguy (F.), 24, 429, 759.
 Hénocque, 123, 684, 731.
 Henriquez, 763.
 Henry (Ch.), 121, 278, 312, 456.
 Henry (Prosper), 121, 621.
 Hensgen, 205.
 Hérail (F.), 759.
 Hérail (J.), 150, 274, 276, 519, 829.
 Hérard, 654.
 Herbert, 684, 833.
 Héricourt (H.), 429.
 Héricourt (J.), 59, 198, 344, 833.
 Hermann, 835.
 Hermann (G.), 592.
 Hermite, 267.
 Hermite (H.), 682.
 Hernandez, 491.
 Hérouard (Ed.), 22.
 Herschel, 764.
 Hersent (G.), 391.
 Hertz, 117.
 Hervieux, 58.
 Herzig, 349.
 Heumann (Karl), 148.
 Heurtault, 798.
 Hewitt, 156, 317.
 Hibbert (W.), 837.
 Higg (G.), 203.
 Hill (M. J. M.), 800.
 Hillairet, 391.
 Hind, 522.
 Hinrichs (G.), 312, 385, 456, 490, 522, 590, 683, 729, 798, 831.
 Hinstin, 622.
 Hirbec, 798.
 Hofer, 496.

Hogdkinson, 802.
 Hôk, 124, 623.
 Holl, 127.
 Hoogewerff, 94, 734.
 Hopkinson, 460.
 Horbaczewski (Dr), 283.
 Horsin-Deon, 93.
 Horsley (V.), 155.
Hospitalier (E.), 123, 345, 492, **536** à **543**.
 Houdas, 762.
 Houssay, 313, 314.
 Houzeau (A.), 588.
 Houzel, 491.
 Hovelacque, 521.
 Howard Mummery, 202.
 Hoyle, 838.
 Huber, 832.
 Hubrecht, 651.
 Hugh Robert, 391.
 Hughes, 317, 391.
 Hugo (Léopold), 683, 761, 832.
 Hugo de Vries (voir de Vries).
 Hugounenq, 132, 315, 522, 620.
 Humbert, 93, 154, 388, 764.
 Hunter (William), 234.
 Huntington (Williams), 678.
 Hurion, 456.
 Hurmuzescu, 522.
 Hutin (E.), 313, 454.
 Huygens (Christiaan), 53.

I

Imbert (A.), 152, 275.
 Imchenetzky, 127, 284.
 Ince (W.), 235.
 Inostranoff, 396.
 Irvine (Robert), 204, 431.
 Istrati, 827.
 Ivison O'Neale (F.), 92.

J

Jaccoud, 122.
 Jager (Gustav), 283, 319, 838.
 Jagnaux (R.), 309.
 Jahn (Dr Hans), 28, 94, 127, 156, 318, 319, 432, 496, 525, 766.
 Jahn (J.), 496.
 Jaliloda, 157, 592.
 Janet (Paul), 199.
 Jannettaz, 391, 524, 559, 623, 733.
 Jannettaz (E.), 151, 201.
 Janssen (J.), 314, 385, 553, 761, 798.
 Japp, 317.
 Jaubert, 450.
 Javal (Dr), 654.
 Javal (E.), 520, 591.
 Jayle, 25.
 Jeannot, 199.
 Jesse, 431.
 Joannis, 121, 122, 831.
 Jobert, 556.
 Joffroy (J.), 456.
 Johnson (G.), 425, 391.
 Joly (A.), 276, 427, 456, 797.
 Jolyet, 684.
 Jordan, 391.
 Joubert (J.), 59, 452, 800.
 Joubin (L.), 23.
 Joubin (P.), 57.
 Jouffroy, 622.
 Jourdain (S.), 57.
 Jourdain (E.), 312.
 Jousselin, 49, 558.
 Joy (David), 733.

Juillard (P.), 91, 278.
 Julien (A.), 275, 344.
 Junelle, 312, 456.
 Julius (W. H.), 734.
 Jungfleisch, 313, 762.
 Jüptner de Jonstorff, 151, 486.

K

Kalt, 199.
 Karpinski, 655, 768.
 Kaufmann (M.), 56.
 Keeler (J. E.), 235.
 Keiser (E. H.), 191, 269.
 Kendall, 126, 281.
 Kerner (Fritz), 396.
 Khrouchtchev (Dr), 432.
 Khrouchtchov, 655.
 Kidston, 394.
 Kilgour, 800.
Kilian (W.), **13** à **18**, 25.
 Kirkman, 236, 838.
 Kirmisson, 58.
 Kissner, 55.
 Klat, 456.
 Klebs, 86.
 Klemencic (Dr), 156.
 Klodovskoy, 206.
 Klumpke (Mlle D.), 124, 197, 231, 455, 683, 831.
 Kluyver, 94.
 Knecht, 204.
 Knoll, 349, 359.
 Knott (Cargill G.), 126, 394, 495, 525.
 Kobb, 233, 279.
 Kobbé (K.), 339.
 Kœchlin (Horace), 204.
Kœhler (R.), **102** à **109**, 273, 384, 454, 588, 795.
 Kœnig (de Berlin), 319.
Kœnigs (G.), **154**, **211** à **215**.
 Kœrner, 803.
 Kohn (Gustave), 28, 496, 736.
 Koller (Gustave), 592.
 Kondratieff, 396.
 Kondriawtzeff, 521.
 Konig (Rudolf), 62.
 Koningsberger, 734.
 Korteweg, 205.
 Kostanecki, 396, 464.
 Kouznetsoff, 350, 656.
 Kowalewski (Sophie), 122, 128, 206.
 Kramer, 271.
 Krasan, 432.
 Krauber, 396.
 Kraus (A.), 396, 592.
 Krazine, 231.
 Kreichgauer, 94.
 Krigar-Menzel, 525.
 Kronecker, 277, 319, 431.
 Kroulikowski, 284.
 Kroustchoff (K. de), 232, 343, 387, 396.
 Krüger, 766.
 Kunkel d'Herculais, 91, 456, 458, 556.
 Kundt, 126, 156.
 Kusta, 127.
 Kwisda, 592.

L

Labatut, 522.
 Labbé (Dr), 457.
 Labbé (A.), 683.
 Labbé (D.) 522.
 Labbé (Léon), 557.
 Laborde, 25, 92, 152, 198, 199, 277, 314, 387, 457, 492, 522, **833**.

- Labusquière (R.), 796.
 Lacaze-Duthiers (de) 152, 287, 312, 428, 590, 761.
 Lachaud, 523, 555.
 Lacroix (Alf.), 91, 228, 428, 430, 457, 764, 798.
 Lafont (J.) 730.
 Lagneau, 25, 122, 276, 277, 387, 654, 684.
 Lagrange (P.) 275.
 Laguerre (E.) 58.
 Laguesse (E.), 123, 151.
 Lahille (F.), 794.
 Lailler, 25.
 Laillet, 682.
 Laisant, 93, 342, 389, 460, 732.
 Lala (U.), 131.
 Lalande (F. de), 427.
 Lambert (P.), 313.
 Lamounette, 589.
 Lampa, 395.
 Lamy, 277.
 Lancereaux, 25, 684.
 Landerer, 653.
 Lando Landi, 591.
 Lang (A.), 680.
 Langei, 838.
 Langley (S. P.), 84, 521, 535.
 Langlois (Ch.), 437, 458.
 Langlois (Marcellin), 799.
 Langlois (P.), 152, 199, 833.
 Lannelongue, 89, 198, 320, 490, 491.
 Lannor, 317.
 Lapique (L.), 25, 26, 58, 59, 92, 122, 123, 150, 152, 153, 196, 198, 199, 233, 276, 277, 314, 343, 345, 386, 388, 429, 457, 490, 491, 522, 523, 556, 591, 592, 622, 653, 681, 683, 684, 730, 731, 762, 763, 799, 804, 832, 833.
Lapparent (A. de), 57, 91, 152, **406 à 410**, 486, 527, 761.
 Larenaudie, 400.
 Larrey, 152.
 Lataste, 152.
 Lauder Brunton (Dr), 202, 836.
 Laulanic, 344.
 Launay (P.), 152.
 Laur (Fr.), 25.
 Laurent (Em.), 799.
 Laurent (J.) 522.
 Laussedat (A.) 151.
 Lauth (Ch.), 460, 489, 800, 834.
De Lavarenne (Dr), 23, 25, 58, 92, 122, 198, 230, **748 à 755**.
 Lavaux, 491.
 Lavenir, 279.
 Laveran, 25, 59, 92, 345, 763.
 Lavocat, 151.
 Lawson (A.), 802.
 Lean (B.) 838.
 Léauté (H.), 57, 342, 724, 736.
 Léautéy (Eug.), 117.
 Lebel, 153.
Lebel (J. A.) **209 à 211**, 275, 279, 492, 800.
 Leblanc, 313, 423, 458.
 Le Cadet, 455, 653.
 Lechartier, 682, 683.
Le Chatelier (H.), 21, 92, **97 à 102**, **118 à 111**, 153, 459, 460, 492, **509 à 515**, 523, 621, 649.
 Leclainche, 491.
 Leclerc, 277.
 Leclère, 385.
 Lecomte (Henri), 193, 229, 272, 651.
 Lecoate, 53.
 Lecoq de Boisbandran, 57, 831.
 Le Dantec, 310, 340.
 Le Dentu (Dr), 25, 92, 314, 537, 762, 797.
 Leduc (A.) 313.
 Ledoux-Lebard, 123, 381.
 Leduc, 731.
 Leduc (A.), 521, 532, 555, 556.
 Leed, 620.
 Lefebvre (J.) 797.
 Lefèvre (L.), 233, 275.
 Le Fort, 58, 122, 198, 276, 314, 387, 522.
 Léger, 313, 762.
 Le Goarant de Tromelin, 729.
 Legros (Comm.), 724, 794.
 Leguay, 312.
 Leidié, 276, 427.
 Leist, 31, 127.
 Lelievre, 761.
 Leloir, 199.
 Lemberg-Koguin, 122, 428.
 Lemoine, 764.
 Lemoine (E.), 493.
 Lemoine (G.), 312, 313, 343, 385, 649.
 Le Mout, 343, 556.
 Lencauchez, 526.
 Léon (J.-G.), 125.
 Leone, 527.
 Léotard (J.), 91, 455, 621.
 Le Paige, 28.
 Lepierre, 200, 523, 553.
 Lépine (R.), 58, 151, 386, 457, 522, 798.
 Leray (Abbé), 388.
 Lereboullet, 832.
 Le Roux (F.-P.), 729.
 Leroy, (C.-J.-A.), 762.
 Le Roy (G.-A.) 275.
 Le Roy de Méricourt, 314.
 Le Royer, 123, 552.
 Lesage (P.), 57, 151, 232, 312, 489, 621.
 Lescarbaut, 57.
 Lespiau, 459.
 Lesska (Fr.), 832.
 Letellier (A.), 25.
 Leteur, 729.
 Leudet, 728.
 Levasseur, 122.
 Leveau (G.), 121, 797.
Le Verrier (U.), **593 à 600**.
 Levieux, 277.
 Levillain, 681.
 Levinstein, 431.
 Lévy (Albert), 831.
 Lévy (Lucien), 315, 460, 726.
 Lévy (Maurice), 682.
 Lewes (P.-Virvan), 390.
 Lezé, 276, 762.
 Lhotelier, 57.
 Liagre (G^{al}), 27.
 Lichtnecker, 496.
 Lie, 197.
 Lieben, 284, 496, 838.
 Liebreich, 28, 319.
 Lilienfeld, 685.
 Limb, 456.
 Limpach, 802.
Lindet (L.), 57, 93, 232, **371 à 374**, 389, **720 à 723**, 834.
 Linebarger, 315.
 Linossier (G.), 152, 276.
 Lion, 731.
 Liouville (R.), 275, 831.
 Lippmann (de Vienne), 496.
 Lippmann (Ed.), 592.
 Lippmann (Friedrich), 592.
 Lippmann (G.), 91, 96, 123.
 Livache, 522.
 Livinge, 154.
 Lizar, 767.
 Llaurodo (A. de), 592.
 Lloria, 491.
L. O. (Voir Louis Olivier).
 Lobny de Bryn (C.-A.), 654.
 Lodge (O.), 309, 392, 462, 495, 801.
 Lowy (M.), 197, 237, 385, 456.
Loir (A.), **515 et 516**, 559, 560.
 Longridge, 19, 618.
 Lorentz, 91.
 Lorie, 734.
 Lorient (P. de), 553, 592.
 Lortet, 555.
 Löscharde, 206.
 Loth (O.), 396.
 Lougarre (F.), 117.
 Louise (E.), 312.
 Love (A.-E.-H.), 60.
 Lovisato, 207.
 Löw (Moriz), 592.
 Lubbock (sir John), 759.
 Lucas (Félix), 315, 342, 346, 835.
 Lucas (L.-S.), 312.
 Lucas-Championnière (J.), 271, 622.
 Lucet, 420.
 Lüderitz, 684.
 Ludwig, 526.
Lumière (A. et L.), 32, **442 à 444**.
Lunge (G.), **40 à 47**.
 Lungo (Del), 95.
 Lunt (J.), 316.
 Luther (R.), 127.
 Luys, 199.
 Luzet, 388.
 Lydecker, 26.

M

- Maas, 319.
 Maccallum, 317.
 Mac-Connell, 202.
 Mac-Donnell, 233.
 Macfarlane, 349, 431.
 Mac-Govan, 394.
 Mach, 767.
 Mackensie (E.), 463.
 Mackintosh, 525.
 Mac-Laren, 62.
 Mac-William, 234.
 Madamet (A.), 724.
 Maes, 207.
 Magnanini, 527.
 Magini, 285.
 Magitot, 30, 343.
 Magon, 491.
 Mahler (Ed.), 63.
 Mahler (P.), 798, 832.
 Mairet (P.), 59, 92, 684, 731.
 Malaguti, 6.
 Malaise, 592.
 Malaquin, 490, 522.
 Malard, 123.
Malard (A.-E.), **38 à 40**.
 Malassez, 92, 388, 523.
 Malbot (A.), 730.
 Malbot (E.), 730.
 Mallard, 59, 730, 764.
 Mallet (J.-W.), 269.
 Mallock, 224, 316.
Magnan (Dr), **774 à 781**.
 Magnier de la Source, 121.
 Magnin (A.), 799.
 Manacine (Marie), 150.
 Mancini, 29, 64, 95, 207, 285, 527, 804, 840.
 Mandereau, 344.

Mandl (Max), 496.
 Mangeot, 147, 489.
Manguin (L.), 149, 191, **255 à 266**, 277, 487.
 Mannheim (A.), 91, 151.
 Manouvrier, 23, 491.
 Manuel-Périer, 590.
 Maquenne, 276, 313, 315, 316, 421, 835.
 Marciano, 799.
 Marcet, 60, 393.
 Marchal (P.), 535.
 Marchand, 490, 521.
 Marchand (Em.), 57, 151.
 Marès, 387.
 Maréchal, 458.
 Marey, 490.
Marey (E.-J.), **689 à 719**, 762.
 Marfan, 344, 731.
 Margerie (Emm. de), 86, 118, 149, 193, 229, 271.
 Marillier (L.), 728, 760, 830.
 Marion (A.-F.), 198, 232, 381, 535.
 Marjolin, 314, 739.
 Markoff (A.), 276, 312, 385, 592, 797, 830.
 Markovits, 406.
 Marotte, 487.
 Marre, 591.
 Marrecas Ferreira, 227.
 Marshall (Hugh.), 127, 394.
 Martin, 346, 489.
 Martin (H.), 423.
 Martinand (V.), 273, 799.
 Marty (A.-P.), 653.
 Mascart (E.), 151, 315, 427, 532, 553, 677, 761.
Massart (J.), **69 à 73**, 273, **501 à 509**, 634.
 Masselon, 196.
 Massin, 492, 521.
 Massol (G.), 275, 313, 383, 831.
 Masson (O.), 156.
 Masson (P.), 621.
 Mathey (Edward), 60.
 Mather, 494.
 Mathieu (A.), 123.
 Mathieu (Emile), 190.
 Matignon (C.), 385, 386, 427, 451, 556, 730, 797.
 Matignon (W.-E.), 555.
 Matthews, 227.
 Mattiolo, 803.
 Maumené, 315.
 Maupas, 653.
 Maury (A.), 653.
 Mauvenu, 276.
 Maximovicz, 127.
 Mazelle, 283.
Mécanicien (Un), **465 à 469**.
 Mégnin, 731, 763.
 Mégnin (P.), 314, 523.
 Meinecke, 339.
 Meldola, 394.
 Ménard, 198.
 Mendizabal (de), 460.
 Ménégaux (A.), 272.
 Mènière, 832.
 Menozzi, 29.
 Mensbrughe (Van der), 205.
 Mer (E.), 91, 313.
 Mercadier (E.), 57, 456, 490.
 Mériaux (C.), 552.
Metchnikoff (E.), **211 à 216**.
 Metzler, 198, 313.
 Meunier, 199, 277, 314, 388, 458, 682, 834.
 Meunier (H.), 556.

Meunier (Stanislas), 121, 276, 313, 385, 521.
 Meyerhoffer, 460, 492.
 Mendelsolin, 590, 591.
 Michel-Lévy, 590.
 Michkine, 231.
 Michotte, 229.
 Miculesco, 428.
 Mignot (L.), 277, 621.
 Millard (de New-York), 523.
 Millosevich, 29, 197, 207, 281.
 Millot-Carpentier, 653.
 Milne (Rèv. John J.), 617.
 Milne-Edwards, 90, 488, 798.
 Minchin, 61, 155.
Minet (A.), 90, 386, **812 à 817**.
 Mingazzini, 207, 527, 839.
 Minguin, 23, 57, 453, 456.
 Minkowski, 90.
 Miquel, 760.
 Mirinny, 683.
 Mitrophanow, 762.
 Mohler, 23, 276.
 Moessard (Comm.), 794.
 Moissan (H.), 275, 400, 428, 490, 762, 798, 831.
 Moitassier, 523, 555.
 Molina, 428.
 Molinos, 733.
 Monclar, 422.
 Mond (Ludwig), 524, 526, 678, 838.
 Moniez (R.), 25, 232, 832.
 Monneraye (de la), 729.
 Monnory, 151.
 Monin (D.), 426.
 Montané, 123.
 Montemartini, 803.
 Montessus (de), 452.
 Monserrat (E. de), 827.
 Montillot (L.), 87.
 Morat, 428.
 Morau (H.), 199, 314, 315, 731.
 Morau (P.), 833.
 Morley, 203.
 Moreau (A.), 732.
 Moreau (L.), 428.
 Morera, 802.
 Morvan, 276.
 Mott (F.-W.), 461.
 Mouchez (Amiral), 151, 232, 522, 653.
 Moulin (A.), 386.
 Moulin (H.), 429.
 Moureaux (Th.), 24, 90, 345.
Mouret (G.), **97 à 102**, **138 à 144**, 338, 826.
 Moureu, 151.
 Moulron, 592, 624.
 Mordy, 156.
 Moynier de Villepoix, 590.
 Mudd (Thomas), 493.
 Muiz (D.), 62.
 Mulders (E.), 654.
 Müller (E.), 730.
 Müller (Franz), 396.
 Müller (P. Th.), 385, 455.
 Miltzer, 422.
 Munk, 735, 766.
 Müntz, 91, 151, 385, 456, 799.
 Murray, 61, 426, 204, 802.
 Muyden (G. van), 235.

N

Nadalon, 621.
 Nalepa (D^e), 736, 767.
 Napoli, 92.
 Narducci, 207.

Nasini, 526, 539.
 Nassakin, 206.
 Natterer, 526.
 Naud (C.), 31, 53, 85, 87, 149, 794.
 Naudin (Ch.), 58.
 Negri, 527.
 Nepveu, 344, 684.
 Nerville (de), 51, 452.
 Netter, 199.
 Neumann (G.), 592.
 Neumayr, 432.
 Newman (C.), 589.
 Newton (H.-A.), 556.
 Nicaise (E.), 341.
 Nicati, 152, 491.
 Nicolaïer, 90.
 Niessl, 28.
 Niewengowski, 485.
 Nikolsky, 655.
 Nilce (H.), 431.
 Nils Ekolm, 227.
 Nocard (Ed.), 198, 523, 730, 832.
 Noë, 13.
Noelling (E.), **245 à 251**, **299 à 307**.
 Nordenskiöld, 831.
 Norman Lockyer, 24, 134, 280.
 Normand, 524.
 Normann Collie, 524.
 Noyes (W.-A.), 491.

O

Obernayer (Alb.), 127, 156, 283.
 Obry (A.), 58.
Ocagne (Maurice d'), 93, 121, 151, 154, **170 à 172**, 201, 233, 279, 316, 346, 319, 423, 460, 493, 586, **604 à 608**, 732, 761, 835.
 Oddone, 63, 95.
 Odling, 160.
 Oechsner de Coninek (voir de Coninek).
 Oechinke, 432.
 Offret (Alb.), 552.
Olivier (Louis), 19, 53, 64, 83, 123, 147, **172 à 189**, 190, 227, **238**, 267, 309, 320, 338, 341, 384, 426, **433 à 437**, 453, 454, 485, 486, 488, 517, 552, 551, 589, **600 à 603**, 617, 620, 642, 618, 651, 652, 677, 680, 725, 739, 760, 768, 833, 840.
 Olivier (Dr), 92.
 Ollivier, 198, 684.
 Oltramare (G.), 451, 592.
 Onanoff, 277, 311.
 Oppenheim, 156.
 Oprescu, 589.
 Ormerod, 62.
 Orsini, 527.
 Osborne Reynolds, 236.
 Osmond (F.), 198, 683.
 Osmond (R.-T.), 395.
 Ossipoff, 523.
 Ostwald (W.), 90, 417, 122, 155.
 Ott (Dmitri de), 728.
 Oudmans, 654.
 Oudin, 522.
 Oustalet, 829.
 Ouvrard (L.), 456, 521.

P

Padé (H.), 275, 342.
 Padova, 207.
 Pagès (C.), 90.
 Paget (sir James), 152.
 Pagnoul, 271.

Painlevé (P.), 232, 308, 386, 798.
 Panas, 522.
 Paquelin, 556, 590, 622, 633.
 Paraire, 232.
 Parenty (H.), 555, 729, 761, 831.
 Parker (W.-N.), 392.
 Parker (Th. Jeffery), 588.
 Parkin (Dr J.), 400.
 Parmentier (F.), 490.
 Parmentier (P.), 7, 385, 521.
 Passerini, 863.
 Patein (G.), 449, 521.
 Patin, 199.
 Patridge, 339.
 Patry (Constantin), 344, 387.
 Paulier, 763.
 Péan, 25, 457.
 Péchard, 275, 313, 490.
 Pector (S.), 794.
 Peddie (W.), 27, 62, 126, 204, 236, 349, 395, 431, 495, 525.
 Pée-Laby, 427.
 Pekelharing, 464.
 Pellat (H.), 59, 93, 276, 315.
 Pellerin, 233.
 Pellet (M.-A.), 386, 427.
 Pellin, 388.
 Pellizzari, 527.
 Pelseneer, 342.
 Penzo, 804, 839.
 Pepper (Ed.), 198.
 Perchot, 343, 797.
 Percy, 204.
 Perdrix (L.), 618.
 Périot, 457.
 Perkin (Frédéric), 204.
 Perkin Junior, 204, 236.
 Perkin (W.-H.), 62, 524, 801.
 Perman, 280.
 Pernot, 428.
 Pernter, 28.
 Péron, 119.
 Pérot (A.), 682.
 Perrey, 8.
 Perrier (Edm.), 386.
 Perronato (Dr), 592.
 Perrotin, 428.
 Perry, 235, 392, 393, 763, 837.
 Petersen (J.), 592.
 Petot, 456, 831.
 Petree, 733.
 Pettit, 524.
 Philippidis, 653.
 Phillips (Ed.), 90.
 Phillips (Th.), 390.
 Phipson, 232.
 Physalix, 199, 729, 833.
 Picard (Alf.), 317.
 Picard (E.), 90, 201, 275, 308, 312, 456, 621, 797.
 Picart (L.), 90, 428.
 Piccini, 284.
 Pichard, 456.
 Pichon (Dr G.), 739.
 Pickering (S. V.), 20, 235, 463.
 Picot, 198.
 Pictet (Raoul), 319.
 Pietra-Santa (H.), 556.
 Piette, 761.
 Pigcon, 621.
 Pigeon (Dr), 556, 729.
 Pigeon (L.), 276, 356, 387, 633.
 Pignol, 198, 199, 387.
 Pigorini, 29, 64.
 Pilat, 491.
 Pilliet (A.-H.), 344, 491, 523.
 Pimpar, 622.

Pinard, 591.
 Pincherle, 63.
 Pinguet, 315.
 Pirotta, 839.
 Pitsch, 735.
 Pittarelli, 526.
 Pizon, 58, 122.
 Planat, 522.
 Platt-Ball, 55.
 Pleske, 432.
 Plicque (Dr), 400.
 Poche, 618.
 Poggi (Aug.), 56.
Poincaré (H.), 1 à 5, 91, 121, 151, 197, 268, 276, 313, 676, 729, 770 à 774, 831.
 Poincaré (Lucien), 59, 84, 93, 123, 153, 200, 309, 383, 486, 552.
 Poirault (G.), 313, 556.
 Poirier (P.), 523.
 Poisson (Alb.), 83, 618.
 Polailon, 92, 314, 557, 622.
 Pollard (J.), 756.
 Polonceau, 622.
 Polosson, 311.
 Pomel, 490.
 Poncelet (A.), 232.
 Pommay, 58.
 Pomeranz (G.), 592.
 Poncet, 387.
 Popoff, 201.
 Popp (J.), 319.
 Potier (A.), 90, 122, 798.
 Potililtzine, 523.
 Pouchet (G.), 26, 58, 275, 277, 312, 620, 831, 833.
 Poulain (A.), 83.
 Pouleuc, 521.
 Poulet (J.), 19, 83, 84, 148, 227, 267, 648, 677.
 Pourcel, 391.
 Poynting, 392.
Prenant (Dr A.), 453, 625 à 638.
Prien (F.), 445 à 450, 519.
 Prillat, 834.
 Prillieux, 312, 343, 522.
 Prosorowsky-Golitzine, 396.
 Protits, 320.
 Protopopoff (Dr), 519.
 Prouho, 428.
 Proust (Dr), 58, 199, 344, 556.
 Prud'homme, 90, 455.
 Prunet (A.), 794.
 Prunier, 233.
 Pruvot (G.), 681.
 Puiseux (P.), 83, 197, 237, 385.
 Pullinger (W.), 463.
 Puluj (J.), 283, 319, 349, 432.
 Pum, 592, 767.
 Purdie, 394.
 Puschl, 496, 735.

Q

Quantin (H.), 428.
 Quatrefoies (de), 832.
 Quénessot, 653.
 Quénu, 198.
 Quinard, 400.
 Quincke, 521.
 Quinquand, 277, 491, 555.
 Qvine (Robert), 61.

R

Raffy (L.), 124, 151, 154, 197, 233, 312, 389, 456, 493, 732, 835.

Ragona, 592.
 Railliet (A.), 120, 122, 429.
 Rambaud, 276, 455, 456, 729.
 Rammelsberg, 525.
 Ramond, 736.
 Ramsay (W.), 202, 280, 765, 801, 836.
 Rance (de), 62.
 Ranhin (A.), 395.
 Ransome, 26.
 Ranvier (L.), 275, 312, 313.
 Raps, 526, 766.
 Rathay, 283.
 Rateau, 683, 761.
 Raulin (G.), 91.
 Raulin (J.), 91.
 Raveau (C.), 312, 313.
 Ravet-Dummesnil, 653.
 Rayet (G.), 428, 798.
 Ray Lankester (E.), 134.
 Rayleigh (Lord), 154.
 Reboul, 761.
 Recoura, 456, 832.
 Regnault (E.), 491.
 Regnault (F.), 763, 832.
 Reich (Carl), 592.
 Reichet, 28.
 Reiset, 455.
 Rémond (A.), 123.
 Remy-Saint-Loup, 344.
 Renard (abbé), 205, 359.
 Renard (A.), 25.
 Renaud (J.), 312.
 Rencel, 400.
 Renou (A.), 90.
 Resal (A.), 313.
 Resal (H.), 276, 551.
 Reiger, 206.
 Réthi, 736.
 Retterer (E.), 123, 314, 344.
 Rey de Morande, 157, 152.
 Rhon, 315.
 Riban, 200, 800.
 Ribard (C.), 457.
 Ribard (P.), 653.
 Ribaucour, 590, 591.
 Ricco (A.), 556, 798.
 Richard, 455, 524, 622.
 Richard (L.), 455.
 Richards (Th.-W.), 191.
 Richardson (A.), 394, 495.
 Richardson (E.), 148.
 Richelot, 56.
 Richet (Ch.), 59, 150, 198, 199, 344, 387, 429, 763, 833.
 Ricochon (Dr), 763.
 Rietsch, 175.
 Rieux (E. des), 92.
 Right, 207, 526.
 Rigollot, 21.
 Ritter (R.), 117.
 Rive (de la), 232, 682.
 Rivière (E.), 342.
 Robert (Hugh), 392.
 Robertson (G.-H.), 430, 431.
 Robin, 344.
 Robitschek (J.), 432.
 Rochard (J.), 199, 314, 387, 491.
 Roché (Dr Georges), 829.
 Rodet, 199, 682.
Roger (Dr Georges-H.), 25, 58, 92, 123, 440 à 445, 491, 591, 730, 731.
 Rohon, 396.
 Rollet, 477, 633.
 Romburg (P. van), 729.
 Rommier, 428, 653.
 Ronna, 391.
 Roque da Silveira, 429.

Roscoe (Sir H.-E.), 316, 802.

Rosenthal, 525.

Rosival, 63.

Ross (J.-C.), 838.

Rossin (Otto), 592.

Rossiter, 204, 463, 587.

Rouché (E.), 101 à 105.

Roule, 90, 383, 457, 522, 832.

Rousseau (G.), 197, 200, 555, 729, 762.

Roussel (J.), 313, 457.

Roussel (Th.), 314.

Routier, 92.

Rouvier (J.), 230.

Roux (L.), 198, 269.

Rowland Williams, 204.

Roy, 732.

Rubens, 94, 766.

Rubens (H.), 117, 126, 496.

Rucker, 801.

Rudolf, 320.

Rutherford, 126.

Ruydts (de), 559.

S

Sabatier (P.), 312, 342, 522, 524.

Sabourau, 684.

Sainte-Claire Deville (H.), 7.

Saint-Germain (A. de), 90.

Saint-Hilaire, 763, 833.

Saint-Martin (L. de), 386.

Saint-Pierre (O.), 26, 153.

Saint-Remy (G.), 343, 553.

Saintu (O.), 400.

Salazar, 589.

Salet (G.), 134 à 138.

Salgués, 622.

Saliba (F.), 556.

Salomonsen (Dr C.-J.), 230.

Sanchez-Toledo, 458, 591.

Sande-Bakhuysen (H.-G. van de), 203.

Saporta (G. de), 556.

Sarasin (E.), 117, 160, 232.

Sasse (Dr J.), 318.

Sauvageau (C.), 193, 310, 383, 553, 650,

754, 794, 828.

Savelliéff, 152, 386.

Schafer, 60, 125.

Schell, 132.

Scheurer-Kestner, 58, 90, 122, 555.

Schlesing fils (Th.), 799.

Schiff (capitaine), 284, 350.

Schimper, 424.

Schindler, 592.

Schmarda, 496.

Schmidt (E.), 464.

Schmidt (Th.), 236.

Schmidt (W.), 799.

Schneider, 521, 590.

Schnyder, 25.

Schober, 735.

Schönflies, 131, 197.

Schoute, 94, 206, 283, 318, 395, 464, 654,

734, 735.

Schreinemakers, 463.

Schrenk, 127.

Schroeder van der Kolk, 654.

Schryver, 235.

Schulze (E.), 55, 193.

Schumann (V.), 191.

Schunck (E.), 461, 765.

Schuster (A.), 586, 587.

Schützenberger, 555.

Schwedoff, 429, 458.

Scudder (Frank), 802.

Sée (G.), 230, 387, 490, 654, 684.

Seelcy, 348.

Segond (P.), 274.

Seguy, 208.

Sejournet, 400.

Sella (A.), 58, 63, 95, 803, 839.

Semenoff, 768, 839.

Semmola, 90, 553, 683, 684, 730.

Sénarmont (de), 6.

Senet (E.), 799.

Serguieff, 195.

Sérieux (P.), 774 à 781. 833.

Serpa Pinto (de), 312.

Serrant (E.), 152, 762.

Serret (P.), 591, 621.

Serrin (V.), 428, 429, 460.

Service géographique de l'armée, 267.

Seubert, 339.

Seunes (J.), 121, 428.

Seyerwitz, 556.

Shaw (G.), 281, 349, 492.

Sheridan Delcine, 26, 836.

Siffert, 591.

Sigmund (W.), 592.

Silber, 207.

Silva, 154.

Silva (Chev. de), 592.

Simon (Eug.), 726.

Simpson (D.), 496.

Sinclair, 835.

Sinigaglia (F.), 227, 267.

Sire, 57, 197, 232.

Sirodot, 422, 387.

Sisley, 797.

Skinner, 348.

Sklarek (Dr W.), 685, 735.

Skraup, 283, 592.

Smith, 203, 204.

Sollier (P.), 763, 830.

Souchon (Abel), 53.

Soulier (A.), 454.

Souques, 344.

Sparre (Cte de), 276, 677.

Spence (James), 201.

Spencer (W.-G.), 461.

Spillmann, 23, 491.

Spiral, 391.

Spragu, 317.

Springer (Dr M.), 120.

Srajnocha (Ladislav), 283.

Srezginsky, 206.

Stanley (A.), 204.

Stanley Kipping, 204, 463.

Stanislas Meunier (voir Meunier.)

Starbling (E. H.), 836.

Stas, 27.

Stefan, 320.

Stefanescu, 451.

Stefani, 30, 85, 285, 527, 761.

Stefanowska (Micheline), 310.

Steinbruggen, 428.

Steindachner, 464.

Stenhouse (J.), 236.

Stemberg (M.), 464.

Stiles (Ch. V.), 344, 763.

Stilling, 59.

Stoel, 205.

Stoffaës (Abbé), 586.

Stokvis, 395, 654, 734.

Stolz, 767.

Storner, 57.

Strache, 592.

Strachey, 316.

Strauch, 655.

Straus, 49, 652.

Strauss, 591.

Stricht (O. Van der), 313.

Stroobant (P.), 437 à 441. 683.

Struwe (G. O.), 685.

Suarès, 653.

Suess, 13.

Sullivan, 802.

Sully (L.), 682.

Sumpner (W. E.), 203, 280, 392, 393,

461, 463, 837.

Surgeon-Alcock, 235.

Suringar, 464.

Surry-Montaut, 456.

Sy (F.), 276, 455, 456, 653, 729.

Sydney Young, 521, 764, 836.

Synington (J.), 431.

Swinburne (J.), 203, 204, 235.

T

Tacchini (P.), 29, 57, 91, 95, 343, 526,

591, 621, 798.

Tait, 27, 126, 236, 394, 395, 525, 801.

Tannenberg (Wladimir de), 647.

Tannery (J.), 65 à 69.

Tanret, 91, 154, 523.

Tarnier, 276, 277, 314.

Tarry, 342.

Taverni (Dr), 592.

Taylor (A.), 203, 281.

Tchebycheff, 350.

Tchistowitch, 89.

Teguor, 386, 730.

Teilly (de), 27.

Teixeira (Gomes), 19.

Terby, 281.

Termier, 273, 312.

Terreil, 800.

Terrier, 557.

Terrier (F.), 25, 150, 199, 457.

Terry, 281.

Testut (Léo), 311.

Thareau, 391.

Thélohan, 58, 59.

Thiesen, 191.

Thirolaix, 684.

Thizelton-Dyer, 391.

T'Hoff (Van), 346.

Thomae (Johannes), 147.

Thompson (C.), 125.

Thompson (J. J.), 160, 155, 348.

Thompson (Sylvanus P.), 155, 235, 280,

317, 462, 463, 837.

Thompson (W.), 27, 279, 281, 430.

Thomson (H.-A.), 431.

Thomson (sir William), 647, 827, 835.

Thoulet (J.), 149, 152, 240, 326 à

330, 343, 386.

Thouvenin (M.), 193.

Thoyer, 92.

Thuilant, 92.

Thurston (R. H.), 49, 641 et 642,

677, 792.

Tietze (Dr Emil), 270.

Tillo (A. de), 232.

Timofiew (W.), 385, 386, 427.

Tissandier (G.), 682.

Tisserand (F.), 379, 490, 797.

Tissier, 26, 315, 343, 800.

Tite, 555.

Tizzoni, 284, 527.

Tollens, 492.

Tommasi, 688.

Tondini de Quarenghi, 152, 313, 386,

729.

Tourquistanoff (N. de), 342, 798.

Trabert, 736.

Trabut, 455.

Trastour, 198.

Traube Mengarini (Mme), 803.

Trécul (A.), 457, 489.

Treille (A.), 58.
Trépied (Ch.), **529 à 535, 568 à 571**.
 Tronchet (L.), 798.
 Trotter, 27.
 Trouseau (Dr A.), 652
 Trouvé (G.), 591, 624, 761.
 Trouvclot, 456, 682.
 Tschermak, 157.
 Tuffier, 457.
 Tunchmann, 155.
 Tutton, 234, 235.

U

Uffreduzzi, 93.
 Unterweger (J.), 502.

V

Vaillant (L.), 388.
 Vaillard, 90, 123, 591.
 Vallières (des), 762.
 Valude, 122.
 Varet (R.), 121, 122, 197, 232, 275, 428, 456.
 Varigny (H. de), 314, 455.
 Varnier, 196.
 Vaschy 54.
 Vauthier, 732.
 Vaux (G. de), 24.
 Veillon, 25.
 Vélain, 57.
 Venukoff, 197, 831.
 Verbeck, 282.
 Verhoogen, 273.
 Verneau (R.), 651.
Vernuil (A.), **5 à 10**, 233, 763, 796.
 Vernon, 156.
 Vernon-Harcourt, 592.
 Verschaffelt (J.), 231.
Vesque (J.), 197, 276, 343, 427, **574 à 585**.
 Vessiot, 276.
 Vêzes, 797.
 Viala (P.), 385.
 Vialancs, 342.
 Vialleton, 388.
 Viard (G.), 342.
 Viault, 91, 92.
 Vicaire (E.), 57.
 Vicentini, 233, 863.
 Vidal (R.), 313.
 Vieille, 24, 200, 343.
 Vignon (Léo), 152, 198, 232, 312, 683, 797, 831.
 Vigouroux, 345.
 Vilanova y Píera, 592.
 Villavaccchia, 839.

Ville (J.), 312.
 Villem, 490.
 Villiers (A.), 93, 151, 154, 197, 200.
 Villoch, 428.
Vincent (H.), 90, 274, **296 à 299**.
 Violle, 59.
 Viré (A.), 797.
 Vivet (L.), 124, 202, 234, 347, 391, 494, 558, 624, 534, 757.
 Vldesco, 26, 154.
 Vlasto, 154, 391.
 Vogel (H. C.), 496.
 Vogel (H. W.), 319.
 Vogt (Carl), 592.
 Voisin, 763.
 Volterra, 206.
 Voyer (J.), 190.
 Vries (Hugo de), 193.
 Vries (Jean de), 94, 496.
 Vuillemin (Dr P.), 149, 762.

W

Waals (van der), 281, 318.
 Wabney (W. de), 347.
 Waelsch (Emil), 62, 283, 319, 464.
 Waller, 155.
 Wallon (E.), 382.
 Walker (G. J.), 837.
 Walker (Dr James), 236.
 Wallace (A. Russel), 187.
 Wanzel, 197.
 Ward (H.), 272.
 Warrington, 463.
 Waterhouse (Colonel), 486.
 Watson, 837.
 Weber, 654, 766.
 Weber (C. O.), 126.
 Weber (Wilhelm), 528.
 Weddingen (Van), 343.
 Wedensky (N.), 831.
 Weighton, 233.
 Weingarten (J.), 231, 275.
 Weinstein, 431.
 Weiss (E.) 28.
Weiss (Dr Georges), 196, 199, **252 à 255**, 388, 429, 652.
 Weiss (de Prague), 396.
 Werner (Emil), 394.
 Wernicke, 536.
 Wertheim, 685.
 Wertheimer, 591.
Weyher (C.), **40 à 43, 331 et 332**.
 Weyr (Emil), 29, 63, 95, 127, 157, 206, 284, 320, 350, 395, 396, 432, 464, 496, 526, 592, 736, 767, 839.
 Whetham, 348.
 Whipple, 316.

Widal, 763.
 Wien, 28.
 Wiener, 64, 90, 92.
 Wild (G.), 127, 157.
 Wilde (H.), 93, 284, 342.
 Wiide (P. de), 592.
 Willem (V.), 90, 455.
 Williamson (W. D.), 125.
 Willm (Ed.), 522.
 Willot, 197.
 Wilsmore, 156.
 Wilson (J. A.), 62.
 Wilson (W.), 623.
 Wimbhurst (James), 317.
 Winckler, 85.
 Winogradsky (S.), 521.
 Winter, 763.
 Wirtinger (W.), 319.
 Wisselingh (C. Van), 734.
Witz (Aimé), 83, 489, 648, **663 à 665**, 827.
 Witz (Fr.), 197.
 Woechting, 119.
 Wolf, 798.
 Wolf (C.), 152, 517.
 Wolf (Rod.), 90, 121.
 Wolfbauer, 522.
 Wood-Mason, 235, 835.
 Woodward, 228, 393.
 Worms, 654.
 Wunschendorf, 794.
 Wurtz (Dr R.), 454, 728.
 Wynne, 204.
 Wynter-Blyth, 384.
 Wyrouboff, 123, 153, 200, 201, 459, 460, 764, 800.

XYZ

X. (C.), 444 à 446.
 Yankowsky, 524.
 Yarrow, 346.
 Yates, 389.
 Zaccagna, 229.
 Zachariades, 388.
 Zalikiewicz, 621.
 Zanetti, 527.
 Zaroudnyi, 655.
 Zatti, 527, 803.
 Zehnder, 766.
 Zenger, 58, 762.
 Zigno (de), 64.
 Zona, 29.
 Zorawski, 586.
 Zuckerkandl, 592.
 Zuco (Marino), 29.
 Zune, 93, 834.
 Zürcher, 343, 622.
 Zwaardemaker, 152.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LES ARTICLES ORIGINAUX, LA BIBLIOGRAPHIE, LES CHRONIQUES
ET LES NOUVELLES ¹

A

ABERRATION. — Les recherches de MM. Lowy et Pui- seux pour déterminer la constante de l' —	237
ABYSSALES. — Le sol sous-marin et les eaux —	326
ACCOUCHEMENTS. — Guide pratique d' —	829
— Introduction à l'étude clinique des —	196
ACCROISSEMENT. — Quelques relations entre l' — et la température.....	229
ADVANCEMENT OF SCIENCE. — The — occasional Essays and Addresses.....	194
AGRONOMIE. — Revue annuelle d' —	817
ALCALOÏDES. — La synthèse des — naturels.....	787
ALCHIMIE. — Cinq traités d' — des plus grands philo- sophes.....	87
ALCHIMISTES. — Théorie et symbole des —	618
ALGÈBRE. — Cours d' —	483
ALIÉNÉS. — Sur les — persécuteurs.....	774
ALGUES. — Recherches sur le développement et la clas- sification de quelques — vertes.....	383
ALUMINIUM. — L'Electrometallurgie de l' —	812
AMPHIBIENS. — Recherches anatomiques et experimen- tales sur la métamorphose des — anoures.....	553
ANALYSE. — Cours d' — professé à la Faculté des sciences de Paris.....	267
ANALYSE BACTÉRIOLOGIQUE. — Manuel pratique d' — ..	760
ANALYSE INFINITÉSIMALE. — Curso de Calculo differen- cial.....	19
ANATOMIE et Physiologie animales. Classification.....	488
— Aide-mémoire d' — à l'usage des étudiants en mé- decine.....	341
ANATOMIE comparée. — Traité d' — et de Zoologie....	341
ANATOMIE de l'homme. — Traité élémentaire d' —	196
ANESTHÉSQUES. — Mécanisme de l'action des —	561
ANNEAU de SATURNE. — La question des —	437
ANNÉLIDES. — Etude sur quelques points de l'anatomie des — tubicoles de la région de Cotte (sécrétion du tube et appareil digestif).....	451
ANTISEPSIE. — L'asepsie et l' — à l'hôpital Bichat.....	150
ANTISEPTIQUE. — Sur la pratique — des accouchements. Le nettoyage des mains.....	274
APPAREILS. — Sur deux — nouveaux de mécanique....	241
APPAREIL LACTIFIÈRE. — Recherches embryogéniques sur l' — des Euphorbiacées, Urticacées, Apocynées et Asclépiadées.....	650
ARACHNIDES. — Observations biologiques sur les —	726
ARTHROLOGIE.....	311
ARTHROPODES. — La disposition histologique du p.g- ment dans les yeux des — sous l'influence de la lumière directe et de l'obscurité complète.....	310
ASCENSIONS AÉRONAUTIQUES. — Des — libres en pays de montagnes et particulièrement à Grenoble.....	190
ASEPSIE. — L' — et l'antiseptie à l'hôpital Bichat.....	150
ASTIGMATISME. — Mesure de l' —	252
ASTRONOMIE. — Revue annuelle d' —	110
— et Géodésie.....	517
— Traité d' — théorique.....	53
ATROPHIES MUSCULAIRES consécutives aux lésions des articulations.....	23
AVIATION. — L' — de demain.....	805

B

BACILLE. — Sur un —	589
BACILLE LACTIQUE. — Recherches sur l'action pathogène du —	728
BACILLE TYPHIQUE. — Présence du — dans l'eau de Seine pendant le mois de juillet 1890.....	274
— Etudes sur le —	56
BACTÉRIACÉES. — Contribution à l'étude de la morpho- logie et du développement des —	21
BACTÉRIES. — Sur la question de la structure des — ..	519
— Les expériences de M. Beyerinck sur les — lumi- neuses et leur nutrition.....	81
— Structure, développement et reproduction des — ..	211
BACTÉRIOLOGIE. — Annales de l'Institut de pathologie et et de — de Bucharest.....	454
— Technique élémentaire de —	230
BIBLIOGRAPHIE. — Revue internationale de — médicale, pharmaceutique et vétérinaire.....	230
BIOLOGY. — Lessons in elementary —	588
BLAISE PASCAL. —	267
BOTANIQUE. — Revue annuelle de —	255
BROMHYDRATE d'AMYLÈNE. — Dissociation du — sous de faibles pressions.....	649

C

CADMIUM. — Poids atomique du —	339
CALCUL de généralisation.....	451
CALCUL infinitésimal.....	338
CARTE du CIEL. — Bulletin du Comité international permanent pour l'exécution photographique de la —	308
CARTE GÉOLOGIQUE d'ITALIE à l'échelle de $\frac{1}{1000000}$	229
CARTE PHOTOGRAPHIQUE du CIEL. —	529
CASTRATION PARASITAIRE. — La —	38
CELLULE. — La pression osmotique et la physiologie de la —. Les vacuoles des cellules végétales.....	69
CHALEUR. — La —, leçons élémentaires sur la thermo- mètrie, la calorimétrie, la thermodynamique et la dissipation de l'énergie.....	382
— Sur la — latente de vaporisation de l'eau et sur la — spécifique de l'eau liquide.....	227
CHAMPIGNONS. — Nouvelle flore des —	650
CHAMPS de DÉMONSTRATION. — Rapport sur les —	588
CHARBON. — Traitement du — par le bicarbonate de soude.....	488
— Le surmenage et le — chez les moutons australiens.	515
CHEMICAL ARITHMETIC.....	228
CHEMISTRY. — Arithmetical —	228
CHIMIE. — Histoire de la —	309
— Cours élémentaire de —	827
— La — à l'Association britannique pour l'Avancement des sciences.....	31
CHIMIE APPLIQUÉE. — Revue annuelle de —. La grande industrie chimique.....	40
— Revue annuelle de —. Matières colorantes et pro- duits organiques.....	47
CHIMIE GÉNÉRALE. — Notions de —	518
— Essai de —	117
CHIMIE LÉGALE. — Traité des poisons.....	620
CHIMIE MÉTALLURGIQUE. — Traité pratique de —	486
CHIMIE PURE. — Revue annuelle de —	476

¹ Les chiffres gras renvoient aux articles originaux.

G

GASTÉROPODES. — Recherches sur les organes palléaux des — prosobranches.....	87
GASTROSTOME pour cancer de l'œsophage.....	89
GAZ. — Le — et ses applications (éclairage, chauffage et force motrice).....	827
GÉNÉRATEUR. — Le — tubulaire à ozone de M. Gaston Seguy.....	218
GENS NERVEUX. — Hygiène des —.....	681
GÉODÉSIE. — Astronomie et —.....	517
GÉOLOGIE. — Revue annuelle de —.....	608
— Abrégé de —.....	686
GÉOLOGIE. — La — des environs de Cracovie.....	276
GÉOLOGIE DES ALPES. — La — et la carte de M. Noé.....	13
GÉOLOGIE. — Description — de la Kabylie du Djurjura.....	118
GÉOMÉTRIE. — A propos des leçons de — de M. Darboux.....	65
GÉOMÉTRIE. — Les — non-euclidiennes.....	770
GRAINE. — Développement des téguments de la —.....	553
GRAMINÉES. — Le type floral des —.....	119
GRAND SYMPATHIQUE. — Contribution à l'étude de la partie cervicale du — envisagé comme nerf sécrétoire.....	53
GRISOU. — Note sur le dosage du — par les limites d'inflammabilité.....	649
GROSSESSE. — De la — après l'hystéropexie.....	796
GROUPE DU PLATINE. — Sur les poids atomiques des métaux du —.....	331

H

HELMHOLTZ. — Les théories de — et les expériences de Hertz (électricité et optique).....	268
HÉRÉDITÉ et exercice.....	795
HÉRÉDITÉ SYPHILITIQUE. — L' —.....	681
HERTZ. — Les théories de Helmholtz et les expériences de — (électricité et optique).....	268
— Remarques sur les expériences de — (Rayons de force électrique).....	117
— Sur les expériences de M. —.....	117
HERTZIENNES. — Sur la résonance multiple des oscillations —.....	676
HOLOTHURIENS. — Recherches sur les — des côtes de France.....	22
HYDRODYCTÉES. — Expériences sur la reproduction des —.....	86
HYDRODYNAMIQUE. — Recherches récentes sur diverses questions d' — (Tourbillons).....	721
HYDROTHERAPIE. — Manuel d' — gynécologique.....	150
HYGIÈNE. — Revue annuelle d' —.....	172
— Le congrès d' — de Londres.....	600
— Manuel d' —.....	381
HYGIÈNE INDUSTRIELLE. — Traité des poisons. Chimie légale.....	620
HYPERMÉTROPIE. — Mesure de l' —.....	252
HYPOTHÈSE MÉTÉORIQUE. — L' — de M. Norman Lockyer.....	134
HYSTÉRECTOMIE. — Sur le traitement du pédicule dans l' — abdominale par la ligature élastique perdue.....	56
— Del' — vaginale dans le traitement des suppurations périutérines.....	274
HYSTÉRO-MYOMECTOMIE. — Sur quelques modifications du procédé opératoire de l' —.....	728
HYSTÉROPEXIE. — De la grossesse après l' —.....	796

I

ICONOGÈNE. — L' —.....	149
ICONOGRAPHIE histologique des plantes médicinales.....	759
IDiot, IMBécILE. — Psychologie de l' — et de l' —.....	830
IMAGE PHOTOGRAPHIQUE. — Sur le renversement de l' — par les sulfocarbamides.....	436
INDICES DE RÉFRACTION. — De la variation, sous l'influence de la chaleur, des — de quelques espèces minérales dans l'étendue du spectre visible.....	552

INDIGOTINE. — Nouvelle synthèse de l' —.....	148
INDUCTION MAGNÉTIQUE. — L' — et les phénomènes moléculaires.....	737
INDUSTRIE SUCRIÈRE. — Histoire de l' — dans la région du Nord.....	552
— Les récents progrès de l' —.....	371
INFECTION MALARIQUE. — Sur les microbes de l' — aiguë et chronique chez les oiseaux et chez l'homme.....	271
INFECTIOSITÉ des viandes fumées d'animaux tuberculeux.....	56
INFLUENZA. — La récente épidémie d' — à Londres.....	661
INSECTES. — L'amatour d' —.....	87
INSENSIBILISATION. — L' — chirurgicale.....	353
INSPIRATION. — L' — profonde active.....	230
INTÉGRALES. — Sur la détermination des — de certaines équations aux dérivées partielles du second ordre par leur valeur le long d'un contour fermé.....	308
INTÉGRATION. — Leçons sur l' — des équations aux dérivées partielles du 1 ^{er} ordre.....	53
INTENSITÉ du son. — Fondements d'une nouvelle méthode pour la mesure de l' —.....	725
INVENTEUR. — Histoire d'un — (M. G. Trouvé).....	618
IRIDIUM. — Sur les chlorures et bromures doubles d' — et de phosphore.....	791
ISOMÉRIE. — Sur quelques cas d' — dans la série en C ⁶	757

K

KABYLIE. — Description géologique de la — du Djurjura.....	118
KYSTES. — Etude microbiologique de dix — congénitaux.....	89

L

LABORATOIRE DE MÉCANIQUE. — Le — du Conservatoire des Arts et Métiers.....	465
LABORATOIRES DE MÉCANIQUE. — Sur les —.....	685
— Lettre sur l'organisation du Sibley-College et sur les —.....	641
— Les —.....	361
LAIT STÉRILISÉ. — La composition chimique et la valeur clinique du —.....	620
LAMELLIBRANCHES. — Recherches sur la circulation des — marins.....	272
LECTURES scientifiques.....	518
LÉGUMINEUSES. — Sur les principes ternaies de réserve de quelques graines de —.....	193
LÉSIONS DES ARTICULATIONS. — Recherches expérimentales sur la nature et la pathogénie des atrophies musculaires consécutives aux —.....	230
LIBER. — Recherches sur l'origine morphologique du — interne.....	519
LIMITES D'INFLAMMABILITÉ. — Note sur le dosage du grisou par les —.....	619
LOGARITHMES. — Tables des — à 8 décimales des nombres de 1 à 120,000 et des sinus et tangentes de 10 secondes d'arc, dans le système de la division centésimale du quadrant.....	267
— Manual of — treated in correction with arithmetic, algebra, plane trigonometry and mensuration, for the use of students preparing for army and others examinations.....	227
LOIS DES FORCES CENTRALES. — Sur les — faisant décrire à leur point d'application une conique, quelles que soient les conditions initiales.....	190
LUMIÈRE. — La théorie électromagnétique de la — Propagation d'une onde plane.....	289
LUMIÈRE ÉLECTRIQUE. — Manuel pratique de l'installation de la —.....	84
LUNETTES. — Guide pratique pour le choix des —.....	652

M

MACCHINE A VAPEUR. — Influenza delle masse che si muovono di moto alternativo nelle —.....	227
— Diagrammi previsti delle —.....	267
MACHINE A VAPEUR. — La —.....	648
— Réduction des pertes de chaleur dans la —.....	677

— Manuel de la — pour les Ingénieurs et les Ecoles pratiques.....	792
MAGNÉSIUM. — Réduction des combinaisons oxygénées par le —	85
MAGNÉTISME. — Dictionnaire théorique et pratique d'électricité et de —	423
— Annales d'Electricité et de —	617
— Traité d'Electricité et de —	51
MALADIES. — L'unité des — et l'unité des remèdes.....	56
MALADIES DU CŒUR. — Traité clinique des —	651
MALADIES MICROBIENNES. — Sur la lésion locale dans les —	534
MAMELLES, MAMMITES. — De la congestion des — et des — aiguës chez la vache.....	420
MASSÉ. — Force et —	338
MATIÈRE. — Constitution de la —	827
— Les Décharges électriques dans les gaz raréfiés et la constitution de la —	161
MATIÈRES COLORANTES. — Théorie générale des — et de leur fixation sur les fibres textiles.....	245
MATIÈRES PROTÉIQUES. — Sur la décomposition des — dans les plantes vertes cultivées à l'obscurité.....	55
MATHÉMATIQUES. — Cours de — supérieures à l'usage des candidats à la licence ès sciences physiques....	586
MÉCANIQUE CÉLESTE. — Traité de —, t. II. Théorie de la figure des corps célestes et de leur mouvement de rotation.....	379
MÉCANIQUE CHIMIQUE. — Les Équilibres chimiques. 1 ^{re} partie : Principes expérimentaux. 2 ^e partie : Application des principes à la thermodynamique....	97
MÉDECINE. — Revue annuelle de —	748
MÉDECINE PRATIQUE. — Formulaire de —	426
MÉMBRANES LIGAMENTEES. — Recherches histo-chimiques sur les —	726
MÉNAGERIE. — La —	488
MÉTAUX. — Les propriétés mécaniques des —	509
MÉTÉOROLOGIE. — Cours de physique et de — professé à l'Institut agronomique.....	725
MÉTÉOROLOGIQUES. — Sur une révolution dans les idées —	618
MICROBE. — Sur les fermentations produites par un — anaérobie de l'eau.....	618
MICROBES. — Sur les — de l'infection malarique aiguë et chronique chez les oiseaux et chez l'homme.....	274
MICROBIOLOGIQUE. — Étude — de dix kystes congénitaux.....	89
MICROCHIMIQUE. — Analyse —	228
MICROGRAPHIE. — Guide pratique pour les travaux de —	149
MIGRATIONS MOLÉCULAIRES. — Sur les —	149
MINÉRALOGIE chimique générale.....	192
MOLÉCULE. — La cause de l'équilibre dans la —	209
MONOCOTYLÉDONES. — Sur les feuilles de quelques — aquatiques.....	828
MOTEUR A GAZ simplex.....	83
MOTEURS à courants alternatifs.....	536
MOUSSES. — Recherches anatomiques et physiologiques sur la tige et la feuille des —	679
MUSEUM. — Sur le — d'histoire naturelle.....	768
MYOLOGIE.....	311
MYOPIE. — Mesure de la —	252
MYOSITES. — Sur la Polyzithrite suppurée et les — déterminées par le pneumocoque.....	426

N

NAPHTOL. — Action de l'acide nitrique sur les dérivés du —	587
NAVIGATION. — Lectures sur la —	647
NAVIRE. — Théorie du —	756
NÉO-LAMARCKISME. — Le — en Amérique. Ses bases positives, zoologiques et paléontologiques d'après M. Cope.....	445
NERF SÉCRÉTOIRE. — Contribution à l'étude de la partie cervicale du grand sympathique envisagé comme —	55
NICKEL-TÉTRACARBONYLE. — Sur le — et ses applications dans les arts et manufactures.....	678
NIVELLEMENT. — L'œuvre du — général de la France.....	144
NOMOGRAPHIE. — La —, Représentation graphique des	

lois à un nombre quelconque de variables.....	604
NOTICES NÉCROLOGIQUES. — Sophie Kowalewski.....	128
— Auguste Cahours.....	238
— Edmond Becquerel.....	331
— Wilhelm Weber.....	528

O

OBJECTIF PHOTOGRAPHIQUE. — Traité élémentaire de l'—	382
Océanographie.....	149
ŒIL. — Examen fonctionnel de l'—	196
ŒUVRES COMPLÈTES de Cauchy.....	116
— de Christian Huygens.....	53
OISEAUX. — Contribution à l'étude de l'anatomie comparée des réservoirs aériens d'origine pulmonaire chez les —	829
OMBRE PUPILLAIRE. — L'—, Mesure de la myopie, de l'hypermétropie et de l'astigmatisme.....	252
ONDE PLANE. — La théorie électromagnétique de la lumière. Propagation d'une —	289
ONDULATIONS ÉLECTRIQUES. — De l'action que les réseaux de fils conducteurs exercent sur les —	117
OPHTALMOMÉTRIE. — Mémoires d'— annotés et précédés d'une introduction.....	520
OPTIQUE. — Traité d'—	677
— Electricité et.....	268
Or. — Sur le poids atomique de l'—	269
ORGANES PALLÉAUX. — Recherches sur les — des Gastéropodes prosobranches.....	87
ORIGINE DES MONTAGNES. — Contribution à l'étude sur l'— (le Pieghe delle Alpi apuane).....	285
ORNITHOLOGIE. — Manuel d'— générale.....	272
OSCILLATIONS. — Les — de Pantellaria.....	736
OSMIUM. — Sur le poids atomique de l'—	339
OVOÏDES. — Étude expérimentale sur un mouvement curieux des — et des ellipsoïdes.....	83
OXYGÈNE. — Sur le poids atomique de l'—	191
OXYMES. — Sur les —	149

P

PALLADIUM. — Sur le poids atomique du —	269
PANCRÉAS. — Les découvertes récentes sur la physiologie du —	469
PARAPLÉGIE flasque par compression de la moelle.....	454
PATHOLOGIE. — Annales de l'Institut de — et de bactériologie de Bucharest.....	454
PÉDICULE. — Sur le traitement du — dans l'hystérectomie abdominale par la ligature élastique perdue.....	56
PENDULE. — Sur le — de Foucault.....	677
PERSPECTIVE. — Les origines du trait de —	401
PHÉNOMÈNES MOLÉCULAIRES. — L'induction magnétique et les —	737
PHÉNOMÈNES SOUDAINS. — Sur l'observation des —	81
PHOSPHORE. — Sur les chlorures et bromures doubles d'iridium et de —	794
PHOTOGAMMÉTRIE. — Éléments de —	724
PHOTOGRAPHIE. — Traité encyclopédique de —	339
— La — de l'amateur débutant.....	518
— La — des couleurs.....	93
— Congrès international de — de 1890.....	794
— La — des objets à très grande distance par l'intermédiaire du courant électrique.....	33
— La — au gélatino-bromure d'argent.....	649
— des couleurs par la méthode interférentielle de M. Lippmann.....	309
— La — judiciaire. Classification et identification anthropométrique.....	23
PHYSIOLOGIE. — Revue annuelle de —	666
— Anatomie et — animales. Classification.....	488
— Traité de — végétale.....	186
— Manuel technique de — végétale.....	310
PHYSIQUE. — Revue annuelle de —	415
— Leçons de — générale.....	485
— Cours de — et de météorologie professé à l'Institut agronomique.....	725

— La — au récent congrès de l'Association britannique à Cardiff	687
— Cours de — mathématique et de cristallographie	551
PIED-BOT. — Traité pratique du	554
PLACENTA. — Le — des rongeurs	87
PLANT ORGANIZATION. —	272
PLANTES MÉDICINALES. — Iconographie histologique des —	759
PLANTES VÉNÉNEUSES. — Des — et des empoisonnements qu'elles déterminent	120
PLANTES VERTES. — Sur la décomposition des matières protéiques dans les plantes vertes cultivées à l'obscurité	55
PLAQUES DE BLINDAGE. — Les récentes expériences sur les —	95
PLAQUES PHOTOGRAPHIQUES. — Sur la détermination de la sensibilité des — au moyen du spectroscopie	191
PLASTIDES. — Contribution à l'étude des —	758
PLATEAU CENTRAL. — Le — de la France	418
PLATINE. — Sur les poids atomiques des métaux du groupe du —	339
PNEUMOCOQUE. — Sur la polyarthrite suppurée et les myosites déterminées par le —	426
PNEUMONIE. — Étude sur la — fibrineuse	89
POIDS ATOMIQUES. — Sur le calcul des —	191 et 339
POIDS SPÉCIFIQUE, POIDS MOLÉCULAIRE. — Le — d'un liquide considéré comme fonction de son —	148
POISONS. — Traité des — Hygiène industrielle. Chimie légale	620
POLYARTHRITE. — Sur la — suppurée et les myosites déterminées par le pneumocoque	426
POMME DE TERRE. — Recherches sur la culture de la — fourragère et industrielle	453
POSE. — Traité pratique de détermination du temps de —	20
POUDRES. — L'artillerie de l'avenir et les nouvelles —	648
POWDERS. — Smokeless — an its influence on gun construction	19
PRESSION OSMOTIQUE. La — et la physiologie de la cellule. — Les vacuoles des cellules végétales	69
PROBLÈME DES TROIS CORPS. — Le —	1
PROJECTION. — Sur la — zénithale équivalente de Lambert	227
PROTOZOAIRES. — Recherches sur la digestion intracellulaire chez les —	310
— Addendum	340
PURIFICATION. — Étude sur la — des eaux courantes	652

II

RACES — Les — humaines	651
RAFFINAGE DE L'ACIER. — Les procédés nouveaux pour le —	593
RAMIE. — Traité scientifique et industriel de la —	229
RAYONS DE FORCE ÉLECTRIQUE. — Remarquez sur les expériences de Hertz relatives aux —	117
RÉFRACTION et dispersion moléculaires de diverses substances	269
RÉFRACTIONS ATOMIQUES. — Nouvelle détermination des —	269
RENDEMENT PHOTOGÉNIQUE. — Le — des foyers	663
RÉPERTOIRE BIBLIOGRAPHIQUE. — Le — des sciences mathématiques	170
RÉSÉROIRS AÉRIENS. — Contribution à l'étude de l'anatomie comparée des — d'origine pulmonaire chez les oiseaux	829
RÉSISTANCE des matériaux	724
RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE. — La construction des étalons de —	452
RÉVÉLATEUR DONKIN. — Le — et l'action des parois des cylindres à vapeur	19
REVUE ANNUELLE de Chimie appliquée	40
— d'Astronomie	110
— d'Hygiène	172
— de Botanique	255
— de Zoologie	332
— de Physique	415
— de Chimie pure	476

— de Chirurgie	543
— de Géologie	608
— de Physiologie	666
— de Médecine	748
— d'Agronomie	817
RHODIUM. — Poids atomique du —	339
REBIS. — Synthèse du —	452
— La reproduction artificielle du —	5

S

SAXIFRAGACÉES. — Recherche sur la structure des —	193
SÉCRÉTIONS MICROBIENNES. — La nature des —	129
SENS ET INSTINCT chez les animaux et principalement chez les insectes	759
SÉRIE AROMATIQUE. — Les développeurs de la —	442
SÉRUM. — Le rôle du — dans l'atténuation des virus	410
SÈVE. — La — ascendante	574
SIBLEY-COLLÈGE. — Lettre sur l'organisation du —	841
SINUS. — Table des — de 10 en 10 secondes d'arc	267
SOCIÉTÉ CHIMIQUE. — Les fêtes du cinquantenaire de la fondation de la — de Londres	157
SOL SOUS-MARIN. — Le — et les eaux abyssales	326
SOLUBILITÉ DES SELS. — Les expériences de M. Etard sur la —	840
SOLUTIONS SALINES. — Les théories régnantes sur la constitution des —	642
SOMMEIL. — Physiologie du —	195
SPECTROSCOPE. — Détermination de la sensibilité des plaques photographiques au moyen du —	191
SPERMATOZOAIRES. — L'irritabilité des —	504
SPERMATOZOÏDES. — Les idées nouvelles sur l'origine et la formation des —	625
SPIRILLE GÉANT. — Sur un — développé dans les cultures de sédiments d'eau douce d'Aden	21
STATION AGRONOMIQUE. — Travaux de la — du Pas-de-Calais	271
STEAM-ENGINE. — A practical method for reducing the internal wastes of the —	19
SUCRASE. — Recherche sur la diastase inversible du sucre de canne	424
SULFINES. — Sur les —	149
SULFOCARBAMIDES. — Sur le renversement de l'image photographique par les —	486
SUPPURATIONS. — De l'hystérectomie vaginale dans le traitement des — péritéritiques	274
SURFACES. — Leçons sur la théorie générale des — 3 ^e surface, 2 ^e fascicule	617
— Exposition de la théorie des —	551
— Sur une déformation des —	586
SURMENAGE. — Le — et le charbon chez les moutons australiens	515
— Le — mental dans la civilisation moderne. Effets, causes, remèdes	150
SYMÉTRIE. — De la — courbe	147
SYSTÈME NERVEUX. — Notions générales et observations sur la structure, les fonctions et les maladies du —	681

T

TANGENTES. — Table des — de 10 en 10 secondes d'arc	267
TÉLÉGRAPHIE. — Les systèmes de — harmonique	321
— Guide pratique de — sous-marine	793
TEMPÉRATURE. — Quelques relations entre l'accroissement et la —	229
TENSION SUPERFICIELLE. — Sur les relations entre la composition chimique et la — des corps	449
TÉTANOS. — La pathogénie du —	296
THÉORIE DE FRESNEL. — La confirmation expérimentale de la —	64
THERMODYNAMIQUE. — Les équilibres chimiques. Mécanique chimique. Principes expérimentaux. Application de ces principes à la —	138
THERMOMÉTRIE. — Les idées modernes de —	74
TITANE. — Contribution à l'étude du —	726
TOURBILLONS. — Nouvelles expériences sur les —	10
— Sur l'origine des — naturels	331

— Recherches récentes sur diverses questions d'hydrodynamique, —	724	UNITÉ. — L' — des maladies et l' — des remèdes.....	56
TRANSPLANTATION. — De la — sur le corps de la plante.....	119	UNITÉS et constantes physiques.....	649
TRANSPORT ÉLECTRIQUE. — Le — de la force en Allemagne et en Suisse.....	285	USAGE ou non-usage des organes. (Y a-t-il héritage des effets de l' — ?)	55
TRAVAIL MUSCULAIRE. — Le — et l'énergie qu'il représente.....	425		
TUBERCULOSE. — Études expérimentales et cliniques sur la — T. III, 1 ^{er} fascicule.....	796	V	
— La guérison de la — chirurgicale par le professeur Lannelongue.....	320	VACUOLES. — Les — des cellules végétales.....	69
— Recherches expérimentales sur la —. La — humaine. Sa distinction de la — des oiseaux.....	652	VARIOLO-VACCINE. — Recherches concernant la —	56
— Étude sur la — expérimentale du lapin.....	384	VEILLE. — Le sommeil et le système nerveux. Physiologie de la — et du sommeil.....	195
TUBERCULOSES. — Le traitement des — externes par la méthode sclérogène du professeur Lannelongue... 433		VIN. — La maladie visqueuse du —	271
— Études sur les — du pied. Anatomie pathologique.....	23	VINIFICATION. — Les perfectionnements de la — dans le midi de la France.....	119
TUNICIERS. — Recherches sur les —	794	VINS. — Sophistication et analyse des —	650
TYPHUS. — Sur un cas de septicémie hémorragique présentant certains caractères du — exanthématique.....	589	VIRUS. — Les —	341
		— Le rôle du sérum dans l'atténuation des —	410
U		VOL PLANÉ. — Lc. — Essai d'une solution mécanique du problème.....	485
UNIFICATION DES HEURES. — L' — et les fuseaux horaires.....	83	Z	
		ZOOLOGIE. — Revue annuelle de —	332
		— Compte-rendu des séances du Congrès international de —	220
		— Traité d'anatomie comparée et de —	680

ERRATA

Page 10. — 1^{re} colonne, ligne 8, au lieu de : *ont environ quatre millimètres et demi d'épaisseur*, lire : QUATRE MILLIMÈTRES DE LARGEUR ET UN MILLIMÈTRE ET DEMI D'ÉPAISSEUR.

Page 117, les trois analyses des ouvrages de MM. Boltzmann, Ritter, Rubens et Ritter ont été signées du nom de M. Guillaume. Nous les devons à M. E. SARASIN, de Genève.

Page 469, note 2, ligne 3, au lieu de : *un rapport*, lire : SES RAPPORTS.

Page 469, note 2, ligne 5, après *aussi*, ajouter : CYR.

Page 470, note 3, au lieu de : 1886, lire : 1866.

Page 474, 6^e alinéa, ligne 3, au lieu de : *transfuse*, lire : CENTRIFUGE.

Page 475, 1^{re} colonne, ligne 2, au lieu de : *transfuse*, lire : CENTRIFUGE.

Page 475, 2^e colonne, ligne 14, au lieu de : *n'apparaissant*, lire : N'APPARAÎT.

Page 475, 2^e colonne, ligne 16, au lieu de : *pouvait*, lire : POUVANT.

Page 609 à 616. La revue annuelle de géologie a été faite non par G. CAREZ, mais bien par M. LÉON CAREZ.





MBL WHOI Library - Serials



5 WHSE 04465

